

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA

DANYELLA JULIANA MARTINS DE BRITO

ENSAIOS SOBRE DESLOCAMENTOS PENDULARES:
UMA ANÁLISE PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

João Pessoa - PB

2014

DANYELLA JULIANA MARTINS DE BRITO

**ENSAIOS SOBRE DESLOCAMENTOS PENDULARES:
UMA ANÁLISE PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGE, como requisito à obtenção do título de Mestre em Economia, nesta Universidade.

Orientador: Prof. Dr. Hilton Martins de Brito Ramalho

João Pessoa - PB

2014

B862e Brito, Danyella Juliana Martins de.

Ensaio sobre deslocamentos pendulares: uma análise para a região metropolitana do Recife / Danyella Juliana Martins de Brito.-- João Pessoa, 2014.

83f. : il.

Orientador: Hilton Martins de Brito Ramalho

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCSA

DANYELLA JULIANA MARTINS DE BRITO

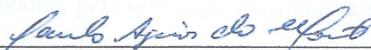
**ENSAIOS SOBRE DESLOCAMENTOS PENDULARES: UMA ANÁLISE
PARA A REGIÃO METROPOLINA DO RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Economia.

COMISSÃO EXAMINADORA



Professor Dr. Hilton Martins de Brito Ramalho
PPGE/CCSA/UFPB – Orientador



Professor Dr. Paulo Aguiar do Monte
PPGE/CCSA/UFPB – Examinador Interno



Professora Dr.ª Janaina da Silva Alves
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Examinador Externo

João Pessoa, 24 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram concedidas e por ter me dado forças e guiado o meu caminho para que eu pudesse concluir uma importante etapa da minha vida.

Ao meu pai e grande mestre, Osvaldo Brito, com quem aprendi importantes lições que carregarei por toda minha vida. Homem batalhador pelo qual tenho muito orgulho, agradeço por me apoiar e me fazer acreditar que nada é impossível.

A minha mãe, Maria Da Paz, a quem dedico muito amor e agradeço por sua dedicação e amizade. A ela minha profunda gratidão por sempre me apoiar e acreditar na minha capacidade.

A minha irmã, Dayane Brito, que tem estado ao meu lado sempre me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo, enfim, por todos os conselhos e pela confiança em mim depositada, sou imensamente grata a ela.

A Vinícius Amaral, pela ajuda e pela sua paciência comigo nos momentos em que a dedicação a esta pesquisa foi exclusiva. Agradeço por ter me ajudado a ver muitas coisas que talvez eu não tivesse visto.

Aos meus amigos, familiares e colegas de curso pela cumplicidade e amizade. Agradeço em particular aqueles que estiveram sempre ao meu lado: tio Kennedy, Danyelle Branco, Laryssa Lopes, Raphaella Leite e Hélder Marinho.

Ao Prof^o. Dr. Hilton Ramalho, pela orientação, estímulo e atenção dedicada a esta pesquisa. Seu apoio e firmeza nos ensinamentos foram essenciais para conclusão desta. Agradeço por não ter medido esforços para elaboração e conclusão deste estudo.

Aos professores de Economia do PPGE-UFPB, que compartilharam seus conhecimentos comigo, agradeço pela boa formação acadêmica.

Aos integrantes da Banca Examinadora, agradeço pelos comentários e contribuições.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

RESUMO

A dissertação investiga o padrão da mobilidade urbana na Região Metropolitana do Recife (RMR), identificando os fluxos pendulares e a importância de características socioeconômicas, em especial, do histórico de migração sobre o comportamento pendular intrametropolitano. Para tanto, a metodologia empregada para análise de forças de atração e de repulsão de fluxos pendulares foi o modelo gravitacional, enquanto a influência da experiência de migração sobre a probabilidade de mobilidade pendular foi investigada a partir de um modelo *probit* bivariado baseado em funções cópulas. Os principais resultados observados apontam que: (i) a distância entre os municípios de residência e de trabalho/estudo atua como uma força de repulsão sobre os fluxos pendulares, isto é, os fluxos pendulares são, em média, maiores entre regiões mais próximas; (ii) o IDH municipal mostrou-se determinante para os fluxos pendulares, de modo que quanto maior o IDH no município de origem menores serão os fluxos pendulares e (iii) a experiência de migração passada parece favorecer diretamente o deslocamento pendular, aumentando sua probabilidade em cerca de 13,4 p.p.. Tais resultados sugerem a consideração da proximidade entre mercados residenciais e de trabalho, nível de desenvolvimento local e fluxos migratórios no desenho de políticas públicas voltadas para a mobilidade urbana.

Palavras-chave: Deslocamento Pendular. Migração. Região Metropolitana do Recife.

ABSTRACT

This thesis aims to evaluate the characteristics of urban mobility in the Metropolitan Region of Recife (RMR), identifying the strength of the commute flows and the role of migration experience over the urban mobility taking account a set of socioeconomic characteristics. To this purpose, we used a gravity model to analyze the main determinants of commuting among the cities in RMR. Moreover, we estimated the treatment effect of the past migration over the likelihood of a household head become a commuter. The following points summarize our main finds. First, the distance between the municipalities of residence and work/study decreases the commuting flows, i.e. the commuting flows are on average higher among nearest regions. Second, the index of local development (IDH) in the municipality of residence is negatively correlated with the commuting flows, while the most developed municipalities have attracted more commuters. Third, the migration experience is positively related to commuting flows, i.e., a household head who had migrated in the last decade increases his probability of become a commuter around 13.4 p.p.. Therefore, the results suggest that public policies directed to urban mobility should be designed taking account different levels of local development and migrations streams.

Keywords: Commuting. Migration. Metropolitan Region of Recife.

Lista de Figuras

Capítulo 2

Figura 2.1 – Distribuição percentual da população pendular por município de trabalho ou estudo e por município de residência (entradas e saídas) – RMR, 2010 - %..... 32

Capítulo 3

Figura 3.1 – Curvas de nível de diferentes funções cópulas 54

Figura 3.2 – Curvas de nível de cópulas *Joe* com rotações 55

Lista de Tabelas

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 – Descrição das variáveis utilizadas na análise empírica | 23 |
| Tabela 2.2 – População por local de trabalho ou estudo e participação da população pendular nas 12 regiões metropolitanas mais importantes do Brasil – 2010 | 28 |
| Tabela 2.3 – Distribuição da população por local de trabalho ou estudo e participação da população pendular (<i>commuters</i> intermunicipais) por município de residência – RMR, 2010 | 29 |
| Tabela 2.4 – Distribuição da população pendular (intermunicipal) segundo motivo de trabalho e/ou estudo e por município de residência – RMR, 2000 e 2010..... | 30 |
| Tabela 2.5 – Distribuição da população pendular por município de trabalho ou estudo e por município de residência (entradas e saídas) – RMR, 2010 | 31 |
| Tabela 2.6 – Regressões para os Modelos Gravitacionais: Variável dependente - taxa de deslocamento pendular (em logaritmo) – RMR, 2000/2010 | 34 |

Capítulo 3

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1 – Características de funções cópulas selecionadas | 52 |
| Tabela 3.2 – Distribuição de trabalhadores não pendulares e pendulares por condição de ocupação (%) – RMR, 2010 | 60 |
| Tabela 3.3 – Distribuição de trabalhadores não pendulares e pendulares por atividade exercida (%) – RMR, 2010 | 61 |
| Tabela 3.4 – Características socioeconômicas (médias) dos não pendulares e pendulares – RMR, 2010 | 62 |
| Tabela 3.5 – Teste de <i>Wald</i> para significância da variável <i>taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside referente à década de nascimento do mesmo</i> | 65 |
| Tabela 3.6 – <i>Probit</i> bivariado recursivo – deslocamento pendular e migração - Efeitos marginais na média das covariadas | 66 |
| Tabela 3.7 – Regressões <i>probit</i> bivariado recursivo: seleção de modelos segundo a função cópula e por controles amostrais | 69 |
| Tabela 3.8 – Regressões para o <i>Probit</i> bivariado recursivo: impacto da condição de migrante sobre a probabilidade de movimento pendular..... | 70 |
| Tabela 3.9 – Regressões para o <i>Probit</i> bivariado recursivo - Coeficientes estimados considerando cópulas selecionadas | 71 |

Sumário

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 CARACTERIZAÇÃO E DETERMINANTES DOS MOVIMENTOS PENDULARES NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE UM MODELO GRAVITACIONAL | 13 |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2.2 REVISÃO DA LITERATURA..... | 16 |
| 2.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA..... | 20 |
| 2.3.1 Base de Dados | 21 |
| 2.3.2 Modelo Empírico | 23 |
| 2.4 DESLOCAMENTOS PENDULARES NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE | 27 |
| 2.5 RESULTADOS EMPÍRICOS | 33 |
| 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 35 |
| 3 MOBILIDADE PENDULAR NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: QUAL A IMPORTÂNCIA DA EXPERIÊNCIA DE MIGRAÇÃO? | 37 |
| 3.1 INTRODUÇÃO | 37 |
| 3.2 REVISÃO DA LITERATURA..... | 39 |
| 3.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA..... | 45 |
| 3.3.2 Determinantes da realização do movimento pendular..... | 46 |
| 3.3.2 Determinação conjunta da migração e da realização do movimento pendular..... | 47 |
| 3.3.3 Relaxando a Hipótese de Normalidade: <i>Probit</i> Bivariado baseado em Cópulas | 50 |
| 3.4 BASE DE DADOS E SELEÇÃO AMOSTRAL | 58 |
| 3.5 RESULTADOS EMPÍRICOS | 64 |
| 3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 72 |
| 4 CONCLUSÃO | 74 |
| REFERÊNCIAS..... | 76 |
| APÊNDICE | 81 |

1 INTRODUÇÃO

Os movimentos urbanos cotidianos são processos que ganham força na atualidade, especialmente aqueles relacionados aos deslocamentos intermunicipais frequentes por motivo de trabalho ou estudo, conhecidos na literatura como movimentos pendulares (ÂNTICO, 2005; JARDIM, 2001). Comumente tais deslocamentos estão associados aos grandes aglomerados urbanos, devido ao fato de que estes recebem fluxos pendulares substanciais comparativamente as demais localidades fora do perímetro metropolitano (ARANHA, 2005; AXISA; NEWBOLD; SCOTT, 2012).

Pode-se, portanto, dizer que a pendularidade é um fenômeno relativamente recente atrelado à dinâmica de crescimento urbano das cidades centrais. O processo de crescimento dessas cidades marcado por concentração das atividades econômicas e o surgimento de deseconomias de aglomeração afeta de forma decisiva a decisão individual de realizar os deslocamentos pendulares. Isso significa que a decisão com respeito à localização residencial e localização de trabalho e/ou estudo é determinada por características individuais e de localização. É uma realidade a existência de custos vinculados aos deslocamentos pendulares, custos tanto financeiros como de tempo. Assim, a decisão de realizar a movimentação pendular, bem como a decisão de migrar, é realizada em um ambiente marcado por circunstâncias pessoais e motivações variantes ao longo da vida.

Apesar de ser extremamente importante compreender a dinâmica dos movimentos pendulares nas distintas localidades, os estudos a este respeito, especialmente no Brasil, ainda são raros (ÂNTICO, 2005; ARANHA, 2005; JARDIM; ERVATTI, 2007; JARDIM, 2011a; MIRANDA; DOMINGUES, 2007, 2008; MOURA; DELGADO; COSTA, 2013). Por isso, ainda persiste uma grande lacuna na compreensão desses movimentos no âmbito nacional. Entender os movimentos pendulares pode ajudar na condução de políticas direcionadas à qualidade de vida no meio urbano, especialmente no que tangencia mobilidade urbana.

Diante do exposto, a dissertação visa analisar aspectos importantes dos movimentos pendulares que foram abordados em dois ensaios sobre o tema em destaque. Assim, o objetivo geral deste estudo pode ser decomposto em duas linhas de ação:

- (a) Investigar características espaciais e padrões dos movimentos pendulares por motivo de trabalho ou estudo na Região Metropolitana do Recife (RMR);
- (b) Identificar que tipo de relação existe entre o histórico de migração e a realização do movimento pendular por motivo de trabalho na RMR.

Para o alcance de tais propostas, foram utilizados os microdados provenientes dos Censos Demográficos de 2000 e de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e dados referentes à população e Índice de Desenvolvimento Humano municipal coletados no IPEADATA.

A seleção da RMR como foco de análise do deslocamento pendular, deveu-se a situação de destaque dessa área metropolitana. Em 2010, a RMR, dentre as 12 regiões metropolitanas mais importantes do Brasil, foi a que apresentou a maior participação da população pendular (18,3%), considerando os movimentos por motivo de trabalho/estudo. Além disso, 64,5% do PIB de Pernambuco era proveniente da RMR, em 2010 (IBGE, 2010).

Nesse sentido, duas abordagens distintas foram realizadas. Na primeira análise, referente ao Capítulo 2 dessa dissertação, a pendularidade foi analisada em um sentido mais abrangente, na tentativa de compreender os seus determinantes regionais e como ocorrem os fluxos pendulares nos municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife. Para tanto, foi realizada uma caracterização espacial dos movimentos pendulares por motivo de trabalho e/ou estudo e, para o exame das principais forças condicionantes dos fluxos pendulares entre os municípios da RMR, empregou-se um modelo gravitacional com efeitos fixos.

No Capítulo 3, foi realizada uma análise focada em características individuais, onde estimou-se o efeito da condição de migrante intermunicipal sobre a probabilidade de movimento pendular por motivo de trabalho, tendo como foco de análise a RMR. Para tanto, foram utilizados dados dos Censos Demográficos de 2000 e de 2010 e um modelo de determinação conjunta de migração intermunicipal e movimento pendular, cuja estrutura de dependência em fatores não observados incorpora funções cópulas.

A presente dissertação, portanto, encontra-se organizada em quatro capítulos, com essa introdução. No segundo capítulo, tem-se o primeiro ensaio sobre o deslocamento pendular intitulado “Caracterização e determinantes dos movimentos pendulares na Região Metropolitana do Recife: Evidências a partir de um modelo gravitacional”. Já o capítulo 3, apresenta o ensaio intitulado “Mobilidade pendular na Região Metropolitana do Recife: Qual a importância da experiência de migração intermunicipal?”. Por fim, o quarto capítulo é dedicado às considerações finais dos principais resultados encontrados nesse estudo.

2 CARACTERIZAÇÃO E DETERMINANTES DOS MOVIMENTOS PENDULARES NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE UM MODELO GRAVITACIONAL

2.1 INTRODUÇÃO

Os movimentos pendulares de trabalhadores e/ou estudantes estão diretamente atrelados ao processo de crescimento urbano. Uma vez que tal processo gera custos habitacionais mais elevados, em geral, espera-se que a taxa de substituição entre custos de deslocamento pendular e custos de habitação influencie a decisão de moradia das famílias (MIRANDA; DOMINGUES, 2007). Além disso, o crescimento das cidades centrais também produz deseconomias de aglomeração, relacionadas a congestionamentos e ao padrão de vida das pessoas nos centros urbanos. Nesse contexto, fatores como qualidade de vida passam a ter um papel significativo nos valores da sociedade, afetando, conseqüentemente, os deslocamentos pendulares no meio urbano (ÂNTICO, 2005; MOURA; BRANCO; FIRKOWSKI, 2005). Os movimentos pendulares tornam-se, portanto, um processo importante para a compreensão da dinâmica urbana regional (BAENINGER, 1999). Tais deslocamentos e seus determinantes têm sido amplamente estudados em vários países (Estados Unidos, Irlanda, Alemanha, Suécia, Canadá) (MCLAFFERTY, 1997a; LLOYD; SHUTTLEWORTH, 2005; PAPANIKOLAOU, 2006a; SANDOW; WESTIN, 2010a; AXISA; NEWBOLD; SCOTT, 2012; AXISA; SCOTT; NEWBOLD, 2012).

A definição de mobilidade pendular, no sentido abrangente, está relacionada aos processos de deslocamento cotidiano da população, referentes aos percursos entre o domicílio e o lugar de trabalho/estudo. De forma mais restrita, o deslocamento pendular é comumente tratado como correspondente ao movimento que os indivíduos realizam de casa para o trabalho (*commuting*), medido em termos de tempo ou espaço. Vale ressaltar que, por ambas as perspectivas, os movimentos pendulares estão diretamente interligados com o desenvolvimento econômico e social (JARDIM, 2011a; NOWOTNY, 2010).

No que concerne ao desenvolvimento econômico de uma determinada região, a concentração de empregos, ou seja, a elevada oferta de empregos no mercado local, tem potencial de condicionar baixos fluxos de deslocamentos pendulares intermunicipais por motivo de trabalho, dado que nesta situação há uma elevada oferta de oportunidades de

empregos local. Em tais circunstâncias, o trabalhador pode encontrar motivações que o permitam residir e trabalhar na localidade (AXISA; NEWBOLD; SCOTT, 2012).

Pelo lado do trabalho, presume-se que os custos do deslocamento pendular são compensados por maiores salários e, pela ótica de economias urbanas, supõe-se que os custos pendulares são compensados pelos preços de habitação mais baixos. Porém, tal compensação não é total, quando as imperfeições de mercado (informações imperfeitas e custos de movimentação) prevalecem (VAN OMMEREN; RIETVELD; NIJKAMP, 1997). Desse modo, imperfeições de mercado geram consequências sobre o comportamento pendular.

Os deslocamentos pendulares configuram fator integrante do cotidiano das grandes cidades e, portanto, pode-se dizer que esses movimentos representam reflexos das desigualdades econômicas, sociais e espaciais urbanas (NOWOTNY, 2010; PEREIRA; HERRERO, 2009; VAN OMMEREN; RIETVELD; NIJKAMP, 1997). Diversos fatores – tais como trabalho, estudo, lazer, qualidade de vida, entre outros – motivam os deslocamentos diários. Destarte, mensurar o volume e o sentido desse ir-e-vir é de extrema relevância, pois indica, não apenas a trajetória dos indivíduos no espaço, como também as oportunidades e obstáculos característicos dessas localidades. Por outro lado, os deslocamentos que os indivíduos realizam entre suas residências e os locais de trabalho ou estudo podem ser apontados como possíveis indicativos da integração urbana de uma região.

Os deslocamentos pendulares, caracterizados como o deslocamento populacional casa-local de trabalho/estudo, são mais intensos em áreas de maior concentração populacional, conseqüentemente, são um importante aspecto da dinâmica urbana metropolitana. Não apenas a configuração espacial do deslocamento pendular, como o próprio movimento apresenta uma complexidade e multiplicidade de características distintas nos diferentes espaços territoriais, o que dificulta uma análise para uma nação como um todo. Por isso, os estudos acerca da pendularidade, no geral, focam em uma determinada localidade metropolitana de uma nação.

Diante disso, nesta pesquisa pretende-se analisar a Região Metropolitana do Recife (RMR), localizada no estado de Pernambuco do Nordeste brasileiro. A escolha de tal aglomerado urbano deveu-se, primeiramente, ao fato da região Nordeste ter recebido quase nenhuma atenção em estudos práticos. Além disso, a região metropolitana tem forte relevância para a região Nordeste e, por conseguinte, para o país. Apenas para ilustrar sua importância, a RMR é o maior aglomerado urbano do Norte-Nordeste e a quinta região metropolitana mais populosa do Brasil, ficando atrás apenas das regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Porto Alegre (IBGE, 2010).

A RMR foi criada pela Lei Complementar Federal nº 14 de 1973 e é atualmente composta por 14 municípios, a saber: Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Ipojuca, Ilha de Itamaracá, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife, São Lourenço da Mata (Mapa A2.1).

Uma característica que coloca a RMR em situação de destaque nacional é o fato dela abrigar o Complexo Industrial e Portuário de Suape e o Porto Digital. O Porto Digital trata-se de um Arranjo Produtivo de Tecnologia da Informação, Comunicação e Economia Criativa situado na cidade do Recife, capital pernambucana, e é formado essencialmente por pequenas e médias empresas da própria cidade, mas ao mesmo tempo abrange grandes instituições multinacionais e brasileiras – tais como Accenture, IBM, *Microsoft*, *Ogilvy*, *Stefanini*, *Thought Works* – e projetos de P&D em parceria com *Alcatel Lucent*, *Bematech*, *Motorola*, *Samsung*, LG e HP (PORTO DIGITAL, 2013). O Complexo Industrial e Portuário de Suape se concentra nos municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho¹, e já possui mais de 100 empresas em operação, dentre as quais pode-se destacar Refinaria Abreu e Lima, Estaleiro Atlântico Sul, Companhia Brasileira de Petróleo Ipiranga, Amanco, Pamesa, Pepsico, Bunge, Coca-Cola, Unilever, Condor (SUAPE, 2013). Há uma certa expectativa em relação aos fluxos pendulares direcionados aos municípios que abrigam o Porto de Suape, devido ao grande contingente de trabalhadores que esse complexo industrial emprega.

Em 2010, A RMR apresentava uma população de 3.690.547 habitantes e uma superfície territorial de cerca de 2.770 km². A RMR concentra cerca de 42% da população pernambucana, grande parte das atividades econômicas e dos fluxos de deslocamentos pendulares. Destarte, 64,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado de Pernambuco é proveniente da RMR. Também não é surpresa alguma o elevadíssimo PIB *per capita* do município de Ipojuca em 2010, dado o grande número de empresas localizadas na região, como já mencionado. Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), pode-se afirmar que a maioria dos municípios estão dentro das faixas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,60 e 0,69) e alto desenvolvimento humano (IDH entre 0,70 e 0,79), à exceção de Araçoiaba que apresentou um baixo Índice de Desenvolvimento Humano em 2010 (Tabela A2.1).

O objetivo geral desse ensaio é avaliar o padrão da mobilidade urbana na Região Metropolitana do Recife, identificando os fluxos e características destes durante a década de 2010. Em síntese, será feita uma caracterização dos movimentos pendulares dos indivíduos que trabalham e/ou estudam em um município diferente daquele que residem. Também são

¹ Com algumas empresas espalhadas por outros municípios da RMR.

analisados os principais determinantes dos fluxos pendulares entre os municípios da RMR a partir de um modelo gravitacional com efeitos fixos. Tal análise é importante dado o fato de que compreender a organização e movimentação urbana é de extrema relevância para orientação de políticas públicas, no sentido de garantir um certo nível de bem estar social no que tangencia à mobilidade urbana. Além disso, preenche-se algumas das várias lacunas que ainda persistem a respeito dos movimentos pendulares metropolitanos no Brasil.

O presente estudo encontra-se dividido em seis seções, incluindo essa introdução. Na próxima seção, é apresentada uma breve revisão da literatura. A seção 2.3 explana como foi tratada a base de dados e a estratégia empírica empregada nessa pesquisa. A caracterização dos movimentos pendulares na RMR é discutida na seção 2.4. A seção 2.5, por conseguinte, contém os resultados empíricos, e, na última seção, são apresentadas as principais considerações a respeito dos resultados encontrados.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA

Os movimentos pendulares associam-se com uma série de fatores decisivos que afetam a decisão de realizar esse tipo de deslocamento. Aspectos como os custos e a qualidade do transporte, bem como o tempo alocado para tais deslocamentos, a dinâmica do mercado de trabalho nos municípios centrais dos aglomerados, a alteração do perfil econômico e a desconcentração da indústria dos municípios, o acesso diferenciado ao mercado de trabalho e oportunidades de estudo são todos fatores apontados por Moura, Branco e Firkowski (2005) como aspectos determinantes dos fluxos pendulares.

Van Ommeren, Rietveld e Nijkamp (1997), com dados da Holanda do período 1992-1993, investigaram empiricamente o efeito das imperfeições de mercado, atreladas à informação imperfeita e aos custos de movimentação, sobre o comportamento pendular, através da análise de quais fatores determinam a distância do movimento pendular. No sentido de capturar as imperfeições de mercado, os autores examinam o efeito da “taxa de chegada de empregos”² (objetivando mensurar informações de oferta de emprego) na distância dos deslocamentos pendulares, intencionando analisar se aqueles que recebem mais ofertas de

² O que os autores destacam a esse respeito é que os trabalhadores recebem ofertas de trabalho e de residência que chegam de acordo com um processo de Poisson, tem-se, então, uma “*jobs arrive rate*”, p_1 , e uma “*dwelling arrive rate*”, p_2 . As implicações dessas duas taxas é que a ocorrência de uma oferta de trabalho e a ocorrência de uma oferta de habitação são independentes e as ofertas de emprego e habitação devem ser recusadas ou aceitas antes de outras ofertas chegarem. Vale ressaltar que os detalhes sobre o método para estimar p_1 estão disponíveis mediante solicitação aos autores Van Ommeren, Rietveld e Nijkamp (1997).

emprego realizam menores deslocamentos pendulares, bem como testaram a hipótese de que aqueles que mudaram recentemente de emprego realizam trajetos pendulares maiores. As estimativas empíricas, usando dados de painel, corroboram para ambas as hipóteses, de que as distâncias pendulares estão negativamente relacionadas com a “taxa de chegada de empregos” e positivamente relacionadas com a mudança de emprego recente. Segundo os autores em destaque, as evidências reportadas apoiam a suposição de que os trabalhadores buscam (pesquisam) no mercado de trabalho por melhores alternativas de deslocamentos pendulares.

Vale ressaltar que distintas provisões espaciais de bens públicos também podem de alguma forma afetar os deslocamentos pendulares intermunicipais. Neste contexto, Nowotny (2010) investigou o deslocamento pendular agregado com enfoque sobre as questões de se e como a provisão de bens públicos, tais como instituições de ensino ou centros de saúde, e amenidades locais afetam as decisões de deslocamento para outros municípios a fim de trabalhar. A hipótese de base desse tipo de análise é a de que no município de trabalho, a provisão de bens públicos pode configurar um utilitário auxiliar de uma viagem pendular, assim como amenidades de consumo – tais como possibilidades de compras – também podem influenciar positivamente os deslocamentos pendulares, aumentando-os. Assim, pode-se supor que os indivíduos optam por trabalhar em um município capaz de oferecer bens públicos ou amenidades que seu local de residência não o faz ou onde uma maior variedade desses bens públicos ou amenidades podem ser encontrados (NOWOTNY, 2010).

Os movimentos pendulares intermunicipais, ou seja, aqueles de maiores distâncias, podem ser vistos por duas óticas distintas: como uma solução temporária ou como uma estratégia de mobilidade a fim de promover a carreira/qualidade de vida do indivíduo (assumindo um caráter de longo prazo). Nesse segundo caso, as disparidades entre local de residência e local de trabalho estariam diretamente ligadas às características locais desses ambientes e às preferências individuais (representadas pelos atributos pessoais). Ao longo dos anos, surgiram basicamente duas perspectivas distintas de opiniões principais a respeito dos movimentos pendulares. No primeiro grupo de ideias, afirma-se que a desconcentração espacial, que se deu através dos processos de urbanização e dispersão populacional, tem aumentado as distâncias dos percursos casa-trabalho. Por outro lado, uma segunda abordagem assume que a progressiva descentralização do emprego e desenvolvimento de infraestruturas conduziram a uma redução das distâncias casa-trabalho (GORDON; RICHARDSON; JUN, 1991; PAPANIKOLAOU, 2006).

Em um estudo para o estado norte-americano de *Iowa*, So, Orazem e Otto (2001) utilizaram o Censo Demográfico de 1990 para examinar como os salários, os preços da

habitação e tempo de deslocamento pendular afetam as decisões conjuntas de onde morar e onde trabalhar dos indivíduos classificados como trabalhadores. No modelo dos autores em foco, os indivíduos que escolhem se residem na região metropolitana da capital *Des Moines* ou nas comunidades não metropolitanas nos arredores de *Des Moines*; assim como se querem trabalhar na comunidade em que vivem ou realizar o deslocamento pendular. Por meio da aplicação de um modelo empírico de decisões conjuntas de onde morar e onde trabalhar, mais especificadamente, um modelo *logit multinomial* restrito, So, Orazem e Otto (2001) partiram do pressuposto de que os indivíduos escolhem suas localizações para moradia e trabalho através de trocas entre salários, preços da habitação (aluguel) e os custos de deslocamento pendular. Neste contexto, ressaltaram que, como os salários são mais elevados nos centros metropolitanos, porém os aluguéis também são mais elevados nestas áreas urbanas, os indivíduos podem optar por viver em ambientes não metropolitanos, com menores preços de aluguel, e ainda assim auferir os ganhos salariais urbanos, incorrendo em custos de transporte do deslocamento pendular.

Não há dúvidas de que um dos resultados mais interessantes encontrados por So, Orazem e Otto (2001) foi que as melhorias no transporte, capazes de prover menor tempo gasto no deslocamento pendular, aumentam as populações não metropolitanas e o número de *commuters* não metropolitanos que realizam o deslocamento em direção aos mercados metropolitanos. Enquanto que, de maneira diferente, as políticas que incentivam a expansão econômica nos mercados metropolitano e não metropolitano, promovem um crescimento dos salários em ambos os mercados de trabalho, o que acarretaria um crescimento da população concentrada nas áreas metropolitanas. Finalmente, tais resultados evidenciam que melhorias no transporte para os mercados metropolitanos podem ser um meio eficaz de estender os ganhos econômicos para as áreas não metropolitanas, através dos fluxos pendulares. Alternativamente, políticas que elevam os preços dos aluguéis em ambas as áreas, provocam um deslocamento da população para as áreas mais afastadas do centro urbano.

Em relação aos estudos sobre deslocamento pendular no contexto nacional, estes estão essencialmente centralizados na área da Demografia. Assim, pode-se dizer que, no Brasil, estudos sobre deslocamento pendular tem por base a exploração dos fluxos pendulares e do perfil dos indivíduos que o realizam. Os estudos brasileiros exploram basicamente as informações disponíveis nos Censos Demográficos, realizados pelo IBGE a cada dez anos, e os dados da Pesquisa Origem-Destino. Essa última, é realizada exclusivamente para algumas das regiões metropolitanas dos diferentes estados brasileiros objetivando examinar o padrão de

deslocamento urbano, em razão de algumas características da população, sendo estas pesquisas providenciadas pelos governos dos estados.

Nesse sentido, Ântico (2005) realizou uma análise exploratória das informações referentes aos deslocamentos pendulares ocorridos na Região Metropolitana de São Paulo no ano de 2000, abordando-os como um possível indicativo das desigualdades e heterogeneidades espacial e social presentes na referida localidade. Os deslocamentos pendulares entre municípios da Região Metropolitana de São Paulo também foram objeto de análise de Aranha (2005), que observou, através de análise exploratória, a existência de uma tendência centrípeta que direciona a população para o município de São Paulo. Vale ressaltar que o conceito de movimentos pendulares abordado por ambos autores refere-se as viagens realizadas pelos residentes da região metropolitana de análise entre o município de residência e o município de trabalho ou estudo.

Moura, Branco e Firkowski (2005), de maneira semelhante, consideraram o mesmo conceito de deslocamento pendular de Ântico (2005) e Aranha (2005), e o analisaram para os principais espaços urbanos do Brasil, com base no Censo Demográfico de 2000 e nas pesquisas do tipo origem-destino. Os autores concluem que alguns fatores são decisivos na determinação da pendularidade, dos quais pode-se citar: a dinâmica do mercado de terras nos municípios centrais dos aglomerados urbanos; a relativamente recente alteração do perfil econômico voltado para desconcentração da indústria para municípios mais afastados do centro, são os conhecidos distritos industriais; o acesso diferenciado ao mercado de trabalho e oportunidades de estudo; e os custos atrelados ao transporte e tempo alocados nos movimentos pendulares.

Miranda e Domingues (2008) também através de análise descritiva, examinaram os movimentos pendulares na Região Metropolitana de Belo Horizonte, relacionando tais deslocamentos com as teorias econômicas de localização residencial. Os autores utilizaram dados da Pesquisa Origem-Destino para região, realizada em 2001 pela Fundação João Pinheiro, bem como algumas informações do IBGE, e assumiram deslocamentos pendulares exclusivamente o movimento casa-trabalho, não levando em consideração explicitamente o fluxo entre municípios. Os resultados de Miranda e Domingues (2008) mostraram que, independente da renda, grande parte da população da região metropolitana de análise reside relativamente perto (menos de 30 minutos de deslocamento) do local de trabalho.

Jardim (2001) e Jardim e Ervatti (2007) examinaram os deslocamentos pendulares intrametropolitanos por motivo de trabalho ou estudo no Rio de Janeiro e observaram a existência de diferenças marcantes entre os indivíduos que realizam esses movimentos e aqueles que não o fazem. Aqueles que se deslocaram do seu município de residência para trabalhar ou

estudar em outro município, na maioria (cerca de 70%), recebia até 5 salários mínimos e, por outro lado, entre os indivíduos com maior instrução e renda – diga-se acima de 10 salários mínimos –, aqueles que realizavam o deslocamento auferiam rendimentos menores em relação aos indivíduos, em igual condição, que não realizavam o movimento. Já quando foram examinados os municípios produtores de petróleo no estado do Rio de Janeiro, os rendimentos médios dos indivíduos que realizavam o deslocamento pendular foram superiores ao daqueles indivíduos que não faziam movimentos de pendularidade (JARDIM; ERVATTI, 2009).

Um dos poucos estudos que realizaram uma análise empírica dos deslocamentos pendulares no Brasil é o de Miranda e Domingues (2007). Através de uma abordagem multinível, os autores examinaram o tempo gasto no deslocamento casa-trabalho como função de uma série de características individuais, domiciliares e regionais, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Embora a base de dados utilizada tenha sido a pesquisa Origem-Destino 2001, o que apresenta uma certa desvantagem no tocante ao tamanho da amostra de análise comparativamente as informações censitárias, os autores obtiveram alguns resultados condizentes com a literatura sobre deslocamento pendular. Assim, os principais resultados encontrados foram: há um diferencial entre os deslocamentos pendulares dos homens e das mulheres, ou seja, as mulheres costumam trabalhar mais próximas de suas residências; entre os indivíduos que utilizam meios de transporte motorizados, o adicional no tempo de deslocamento pendular é significativamente maior para aqueles usuários de transporte público; também as diferenças domiciliares foram importantes para explicar o comportamento diferenciado de *commuting*.

Em síntese, pode-se dizer que a discussão a respeito do deslocamento pendular do ponto de vista demográfico, que é o que comumente tem sido realizado no Brasil, refere-se, usualmente, a descrição dos fluxos e de características econômicas e sociais dos indivíduos que o realizam. Portanto, poucos estudos avaliaram de fato os fatores que determinam os fluxos pendulares intermunicipais, especialmente na RMR.

2.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Nesta seção, faz-se uma explanação dos dados utilizados no ensaio e dos procedimentos básicos de tratamento dos mesmos. Além disso, apresenta-se e discute-se o modelo empírico empregado. Com o objetivo de analisar os condicionantes regionais dos fluxos pendulares na

RMR, optou-se pelo uso do modelo gravitacional com efeitos fixos, em que são consideradas variáveis-chaves que capturam forças de atração e de atrito.

2.3.1 Base de Dados

As principais fontes de dados capazes de captar os deslocamentos pendulares no Brasil são os Censos Demográficos e as Pesquisas de Origem-Destino. Nos Censos Demográficos, fornecidos pelo IBGE, o deslocamento pendular pode ser mensurado através dos movimentos que os indivíduos realizam entre o local de residência e de trabalho/estudo, quando estes locais se localizam em municípios distintos. Isso é possível uma vez que nos Censos Demográficos de 2000 e de 2010 constam questionamentos sobre o município de residência e o município que o indivíduo trabalha ou estuda. Contudo, a periodicidade e o tempo gasto nesse deslocamento apenas podem ser, em certa medida, observados no Censo de 2010 e exclusivamente para o deslocamento em virtude do trabalho³. As informações fornecidas pelo IBGE não entram em detalhes a respeito do meio de transporte utilizado no deslocamento, a distância deste ou o seu custo monetário. Já em relação à Pesquisa de Origem-Destino, estas são realizadas para algumas regiões metropolitanas brasileiras (Recife, São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Fortaleza, entre outras) por órgãos municipais ou estaduais relacionados ao planejamento urbano e de transportes⁴.

Neste estudo, foram utilizados os microdados dos Censo Demográficos de 2000 e de 2010 e a Região Metropolitana do Recife foi tomada como o foco de análise. A definição adotada para a identificação do *commuter* considera o deslocamento intermunicipal em razão de trabalho e/ou estudo. Neste sentido, foram considerados pendulares aqueles indivíduos que afirmaram trabalhar e/ou estudar em um município distinto daquele de residência dentro do aglomerado urbano da RMR. Vale ressaltar que são excluídos da amostra aqueles pendulares que afirmaram trabalhar em um município diferente daquele de estudo, para evitar dupla contagem dos dados de fluxos pendulares.

A utilização do conceito de *commuter* intermunicipal em contraponto ao *commuter* intramunicipal, deve-se ao fato de que residir em um município distinto do município de trabalho/estudo pode caracterizar escolhas diferenciadas, o que levanta diversos

³ No Censo de 2010, há uma questão que indaga se o indivíduo retorna do trabalho para casa diariamente e outra relativa ao tempo habitual gasto no deslocamento casa-trabalho.

⁴ Não utilizou-se também os dados referentes a Pesquisa de Origem-Destino porque tais informações são demasiadamente superficiais para RMR. Em síntese, o resultado da Pesquisa de Origem-Destino para RMR mostra apenas uma matriz de origem-destino por fluxos de viagens, segundo as linhas de ônibus em 2010.

questionamentos, a respeito desse grupo, que ainda não foram respondidos pela literatura (JARDIM, 2011a).

Outra questão que é importante esclarecer é a motivação por se utilizar nesta análise os movimentos pendulares em razão de estudo, e não apenas por motivo de trabalho. Como já ressaltado, a literatura brasileira sobre a pendularidade ainda é muito incipiente e o presente trabalho procura contribuir da forma mais geral possível para essa literatura. Por isso, optou-se por analisar a dinâmica espacial dos movimentos pendulares na sua forma abrangente. Além disso, adiciona-se o fato de que os dados censitários de 2000 não distinguem o movimento pendular por trabalho e por estudo⁵.

Tal abordagem permite o mapeamento dos fluxos de pendularidade entre os municípios da RMR durante a última década. Adicionalmente, foram usados dados do Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios (IDHM), coletados junto ao banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA). A utilização do IDHM ocorreu no sentido de tentar captar distintas condições socioeconômicas municipais e testar se estas características representam forças de atração que discriminam os fluxos pendulares.

Na RMR existem 14 municípios potencialmente capazes de gerar $13 \times 14 = 182$ fluxos pendulares potenciais por período. Com base nos microdados dos Censos Demográficos de 2000 e de 2010, obteve-se 364 fluxos pendulares intermunicipais⁶, dos quais 306 registraram valores positivos. Isso significa que aproximadamente 16% dos fluxos pendulares foram contabilizados como zero. A existência de fluxos zero é comum e pode estar associado à falta de acesso à informação e o elevado custo inerente ao deslocamento pendular, dentre outros fatores.

Duas variáveis foram consideradas para a discriminação dos movimentos pendulares intermunicipais: o IDHM municipal e a distância euclidiana entre os centroides dos municípios da RMR. Para evitar um possível viés de endogeneidade (interdependência) nas estimativas, foram considerados dados do IDHM por municípios referentes aos anos de 1991 e 2000 para discriminar fluxos pendulares intermunicipais observados nos anos de 2000 e de 2010. É importante esclarecer que o uso do IDHM de períodos anteriores procura estabelecer uma *proxy* de distintas condições iniciais socioeconômicas que ponderam basicamente fatores de atração

⁵ No Censo 2000, há apenas uma questão que indaga o código do município que o indivíduo trabalha ou estuda.

⁶ Os fluxos pendulares intermunicipais são definidos pelo número de indivíduos que realizaram o movimento pendular do município i para o município $j \forall i \neq j$ nos anos de 2000 e de 2010.

e de repulsão que podem influenciar os fluxos pendulares⁷. Por outro lado, a “distância euclidiana” entre os centroides dos municípios de origem e de destino atua como *proxy* para os custos da movimentação pendular – força de atrito (MOURA; BRANCO; FIRKOWSKI, 2005; SO; ORAZEM; OTTO, 2001; SOARES, 2006). A Tabela 2.1, abaixo, apresenta uma descrição de cada variável utilizada nas estimativas empíricas.

Tabela 2.1 – Descrição das variáveis utilizadas na análise empírica

| Variáveis | Descrição |
|-------------------|--|
| Ln (Distância ij) | Logaritmo da distância euclidiana entre o município de residência e aquele que trabalha/estuda - calculada a partir das coordenadas de latitude e de longitude central de cada microrregião. Fonte: IBGE. Censos Demográficos de 2000 e de 2010. |
| IDHM j | Índice de Desenvolvimento Humano do município de trabalho/estuda, referente ao sub índice do IDH relativo à dimensão renda, obtido a partir do indicador renda familiar <i>per capita</i> média. Fonte: IPEADATA. |
| IDHM i | Índice de Desenvolvimento Humano do município de residência, referente ao sub índice do IDH relativo à dimensão renda, obtido a partir do indicador renda familiar <i>per capita</i> média. Fonte: IPEADATA. |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Censos Demográficos de 2000 e de 2010 e do IPEA.

Notas: (a) Os índices na variável distância refere-se à distância entre municípios de origem *i* e o de destino *j*. Sendo a interpretação para o IDH municipal análoga, ou seja, o IDH municipal com subscrito *i* é referente ao município de residência e o subscrito *j* refere-se ao município de destino.

2.3.2 Modelo Empírico

Feito a devida explanação dos dados e tratamentos pelos os quais estes passaram, nessa seção será apresentada a estratégia empírica adotada para analisar o efeito das variáveis chaves na determinação dos fluxos pendulares. A estratégia empírica do presente estudo baseia-se, portanto, na aplicação de um modelo gravitacional. Esse tipo de abordagem é comumente utilizada em estudos acerca de fluxos comerciais (HEAD; MAYER, 2013; SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006) e de fluxos migratórios (ANDRIENKO; GURIEV, 2003; ORTEGA; PERI, 2009). Os modelos gravitacionais também são aplicados na análise de mobilidade urbana pendular em grandes centros (RENKOW; HOOVER, 2000).

Como o próprio nome sugere, a equação gravitacional origina-se da Lei da Gravidade Universal de Isaac Newton. Contudo, a introdução de tais modelos na ciência econômica ocorreu através de Isard (1973), que incorporou a abordagem gravitacional no âmbito da economia regional, visando calcular o potencial da mobilidade do fator trabalho entre as

⁷ Apesar da compreensão de que o fenômeno da pendularidade estar interligado a outras dimensões além daquela atrelada à renda, foi utilizado o IDH municipal relativo a dimensão renda, devido ao fato de que as outras dimensões do IDH, diga-se saúde e educação, não discriminaram bem os resultados.

distintas regiões que compunham os Estados Unidos. Isard também utilizou das equações gravitacionais para análises de fluxos de comércio (MACHADO, 1996).

Quando a equação gravitacional é tratada no âmbito dos deslocamentos populacionais, tem-se que os fluxos de indivíduos direcionados do município i para o município j , isto é, M_{ij} , são condicionados por F_i e F_j que são, respectivamente, forças repulsivas e forças atrativas dos municípios i e j ; e pela distância entre os centros dos municípios de origem i e de destino j (D_{ij}). A referida distância atua como uma representação da força de atrito entre regiões, uma vez que pondera questões atreladas a custos de transporte e proximidade de amigos e parentes. Assim, obtém-se a seguinte expressão:

$$M_{ij} = G \frac{F_i^\alpha F_j^\beta}{D_{ij}^\lambda} \quad (2.1)$$

Onde G é uma constante e α , β e λ são parâmetros. Esse modelo básico (Equação 2.1) pode ser ampliado de modo a considerar a influência de outros fatores presentes, tanto na região de origem, quanto na região de destino do indivíduo que realiza o deslocamento pendular, e que afetam tais movimentos. Aspectos como diferenças de provisão de bens públicos, amenidades naturais e qualidade de vida influenciam decisivamente tais fluxos (ÂNTICO, 2005; JARDIM, 2011a; NOWOTNY, 2010). Assim, na medida em que tais aspectos são incorporados ao modelo, G deixa de ser constante e passa a representar as distintas oportunidades e amenidades observadas e não observadas entre os diferentes municípios.

Para se obter a versão linear do modelo gravitacional de fluxos pendulares toma-se o logaritmo natural da Equação (2.1):

$$\ln(m_{ij}) = \gamma + \theta' X_{it} + \pi' X_{jt} + \mu_{ij} + \varepsilon_{ijt} \quad (2.2)$$

É importante esclarecer que $m_{ij} = \frac{M_{ij}}{P_i}$ representa a taxa de deslocamento pendular do município i para o município j (razão entre o fluxo de *commuters* M_{ij} e população residente em i , ou seja, P_i); X_{it} e X_{jt} são vetores de variáveis que representam fatores de atração e repulsão (variantes no tempo) da região de origem e da região de destino, respectivamente; γ é uma constante (intercepto); θ' e π' são vetores de parâmetros; μ_{ij} representa variáveis não

observadas (invariantes no tempo) para cada combinação de municípios (origem-destino), e possivelmente correlacionadas com as demais covariadas, e ε_{ijt} o termo de erro aleatório.

A vantagem de se estimar o modelo gravitacional na forma log-linear, tal como na Equação (2.2), deve-se especialmente ao fato dos coeficientes obtidos serem interpretados em termos de elasticidades. Contudo, deve-se ter bastante cuidado com alguns problemas inerentes aos dados na aplicação de tais modelos. Neste sentido, Santos Silva e Tenreyro (2006) ressaltam a negligência em estudos acadêmicos ao fato de que, sob heterocedasticidade, os parâmetros dos modelos log-linear estimados pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) conduzem a estimativas tendenciosas das reais elasticidades. Os autores explicam a origem de tal problema, bem como propõe um estimador apropriado, usando uma ilustração particular, diga-se o modelo gravitacional na forma multiplicativa pelo método *Poisson* para fluxos de comércio. Porém, essa técnica possivelmente gera estimadores tendenciosos quando tem-se muitos fluxos com valor nulo.

Nesse sentido, Head e Mayer (2013) recentemente analisaram as estimativas e interpretações dos modelos gravitacionais para o comércio bilateral, focando, especialmente, nas considerações teóricas de tais modelos. Assim, os referidos autores investigam primeiramente a questão de como modelar adequadamente o termo de erro nos modelos gravitacionais, especialmente, considerando o problema da heterocedasticidade. O segundo ponto abordado pelos autores é o questionamento a respeito da resposta apropriada para as estimativas que englobam um grande número de fluxos comerciais de zero, um fenômeno discrepante da ideia de um modelo que prevê fluxos estritamente positivos⁸.

Pode-se notar que um dos problemas mais tratados na literatura – especialmente a literatura voltada às trocas comerciais – está diretamente relacionado aos potenciais vieses provenientes do tratamento inadequado dos fluxos com valor zero. No geral, os modelos gravitacionais expressam as relações com múltiplas variáveis estritamente positivas, isto é, consideram-se variáveis que não geram valores nulos. Contudo, ao se explorar o deslocamento pendular naturalmente surgirão fluxos nulos entre municípios. Tem-se, portanto, um problema relacionado aos fluxos zeros. A alta frequência de zeros na estimativa gravitacional exige dois procedimentos para o devido tratamento: primeiramente, faz-se necessário ajustar o modelo, a fim de acomodar os zeros, uma vez que são uma característica importante dos dados; e, em segundo lugar, é preciso rever os métodos de estimação para que se possa obter estimativas

⁸ A versão log-linear do modelo gravitacional não suporta variável dependente com valor nulo.

consistentes na presença de uma variável dependente que assume valores zeros com frequência (HEAD; MAYER, 2013).

Um dos procedimentos mais simples e frequentemente utilizado é a estimação da Equação (2.2) por MQO após a exclusão dos dados referentes aos fluxos zero. Obviamente, o grande problema desse procedimento é a perda de informações relevantes para explicação da ausência de muitos movimentos pendulares e forte viés de estimativas. Outra estratégia bastante simples e que foi aplicada no presente estudo é somar 1 a todos dos dados de fluxos pendulares antes de tomar o logaritmo (HEAD; MAYER, 2013). Neste sentido, o modelo log-linear (2.2) é estimado por MQO com a seguinte variável dependente $\ln \frac{M_{ij}+1}{P_i}$.

Eaton e Kortum (2001) propõem um método bem elaborado para o tratamento dos fluxos nulos supondo que há nível mínimo de comércio, α_i – que neste estudo deverá ser entendido como um nível mínimo de movimentação pendular. A ideia básica é a de que se o fluxo pendular “ideal” da região i para a região j , M_{ij}^* , for inferior a α_i observa-se $M_{ij} = 0$, mas, caso contrário, observa-se $M_{ij} = M_{ij}^*$. Cada α_i é estimado como o fluxo mínimo de uma dada região i para um conjunto de regiões de destino, sendo tal fluxo mínimo foi denotado de \underline{M}_{ij} . Para estimar o modelo, todos os zeros observados em M_{ij} são substituídos por \underline{M}_{ij} , tem-se, portanto, a variável dependente $\ln M_{ij}$ a ser estimada por um *Tobit* com variável dependente em intervalos que permitem o uso de um limite inferior especificado de $\ln \underline{M}_{ij}$. O referido método conhecido como *EK Tobit* tem as vantagens de não exigir restrições de exclusão e ser facilmente estimável, por isso foi aplicado no presente estudo (HEAD; MAYER, 2013).

Outro problema recorrente nos modelos gravitacionais é a especificação incorreta, isso ocorre porque a heterogeneidade não observada entre movimentos bilaterais de origem e de destino são correlacionadas com as variáveis do modelo. Diante disso, a estimação do modelo (2.2) considerando efeitos fixos em uma estrutura de dados em painel é aplicada, visando evitar vieses devidos à omissão de variáveis. Tal procedimento é aplicado dado a existência de uma série de variáveis de difícil mensuração (tais como amenidades, acesso à moradia, infraestrutura, oferta de serviços públicos, entre outros) que possivelmente se correlacionam com outras variáveis observadas como o Índice de Desenvolvimento Humano municipal. Pressupõe-se que os fatores não observados são constantes ou se alteram lentamente no tempo, devido a questões estruturais, por isso considera-se μ_{ij} como um efeito fixo específico a cada par de municípios. Assim, o estimador de efeitos fixos para o modelo (2.2) incorpora variáveis binárias por pares de origem-destino.

A seleção do modelo que melhor representa o impacto das variáveis selecionadas sobre os fluxos pendulares na RMR, a partir da distribuição do termo de erro, foi realizada através da aplicação do teste MaMu⁹. De modo que, faz-se a seguinte estimativa, por MQO:

$$\ln \hat{\varepsilon}_{ni}^2 = \text{constante} + \lambda \ln \hat{X}_{ni} \quad (2.3)$$

Onde $\hat{\varepsilon}_{ni} = X_{ni} - \exp(z'_{ni}\zeta)$ e $\ln \hat{X}_{ni} = z'_{ni}\zeta$. Nesse sentido, a partir de simulações de Monte Carlo, Head e Mayer (2013) mostram que uma estimativa significativa tal que $\lambda \geq 2$ sugere que o termo de erro do modelo gravitacional é distribuído sob log-normalidade, e que nesse caso, estimativa *EK Tobit* mostra-se preferível. Por outro lado, caso $\lambda < 2$, os autores em destaque sugerem que a realização da estimativa com o método *Poisson* é melhor.

2.4 DESLOCAMENTOS PENDULARES NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Apesar dos deslocamentos pendulares serem realizações provenientes de decisões individuais tomadas no âmbito pessoal/familiar, as análises dos fluxos destes deslocamentos em determinada localidade não se restringem a um mero conjunto aleatório de viagens individuais, mas sim estão atrelados a certos padrões específicos. Percebe-se que alguns municípios centrais apresentam fluxos maiores comparativamente a outros de menor importância relativa. Contudo, as evidências sugerem que os movimentos pendulares são uma forma de mobilidade que afeta a vida de uma proporção relativamente elevada da população (ÂNTICO, 2005; JARDIM, 2001; MOURA; BRANCO; FIRKOWSKI, 2005; MOURA; DELGADO; COSTA, 2013; PEREIRA; HERRERO, 2009).

Nesse contexto, analisando a população pendular – ou seja, o grupo de indivíduos que trabalham e/ou estudam em um município diferente daquele de residência –, por local de trabalho e/ou estudo nas doze principais regiões metropolitanas brasileiras, nota-se uma elevada participação da população pendular. Destaca-se, especialmente, os casos das regiões metropolitanas do Recife, Porto Alegre e Belo Horizonte, com, respectivamente, 18,3%, 17,7% e 15,9% da sua população trabalhando ou estudando em um município distinto daquele de residência (Tabela 2.2). Vale ressaltar que na Tabela 2.2 são apresentados os dados mais gerais possíveis, isto é, os movimentos pendulares não são restritos aqueles realizados dentro do

⁹ Para mais detalhes ver Head e Mayer (2013).

espaço territorial que compõe as distintas regiões metropolitanas, ou seja, os indivíduos pendulares na tabela citada necessariamente residem nas regiões metropolitanas em destaque, porém podem trabalhar ou estudar fora do perímetro metropolitano.

Tabela 2.2 – População por local de trabalho ou estudo e participação da população pendular nas 12 regiões metropolitanas mais importantes do Brasil – 2010

| Região Metropolitana de Residência | Local de trabalho ou estudo | | | (d) População residente | (e) = (b)/(c) Participação de <i>commuters</i> intermunicipais % |
|------------------------------------|---|---|---|----------------------------|---|
| | (a) No município de residência (<i>commuters</i> intramunicipais) | (b) Em outro município ou país (<i>commuters</i> intermunicipais) | (c) = (a) + (b) Total <i>commuters</i> | | |
| Manaus | 1.457.278 | 20.122 | 1.477.400 | 2.106.322 | 1,4 |
| Belém | 1.302.830 | 149.275 | 1.452.105 | 2.101.883 | 10,3 |
| Fortaleza | 2.347.733 | 175.248 | 2.522.981 | 3.615.767 | 6,9 |
| Recife | 1.973.810 | 442.841 | 2.416.654 | 3.690.547 | 18,3 |
| Salvador | 2.336.825 | 167.890 | 2.504.715 | 3.573.973 | 6,7 |
| Belo Horizonte | 3.271.365 | 618.563 | 3.889.928 | 5.414.701 | 15,9 |
| Rio de Janeiro | 6.923.886 | 1.107.725 | 8.031.611 | 11.835.708 | 13,8 |
| São Paulo | 12.152.823 | 1.871.685 | 14.024.508 | 19.683.975 | 13,3 |
| Campinas | 1.686.207 | 314.203 | 2.000.410 | 2.797.137 | 15,7 |
| Curitiba | 1.993.318 | 354.410 | 2.347.728 | 3.174.201 | 15,1 |
| Porto Alegre | 2.286.142 | 490.284 | 2.776.426 | 3.958.985 | 17,7 |
| Goiânia | 1.375.306 | 224.891 | 1.600.197 | 2.173.141 | 14,1 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Notas:

- i. Para classificação dentro do grupo das regiões metropolitanas mais importantes, utilizou-se o critério de tamanho populacional, bem como ano de criação da região metropolitana.
- ii. A área metropolitana de Brasília não é considerada nesta análise por não constituir uma região metropolitana, propriamente dita. A Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE) foi criada pela Lei Complementar Federal nº 94 de 1998 e trata-se de uma região metropolitana específica interestadual.
- iii. Os dados na tabela acima são os mais gerais possíveis, isto é, consideram saídas para trabalho e ou estudo para fora do espaço geográfico de cada região metropolitana.

Fica evidente, então, a importância da região metropolitana do Recife no que tangencia a movimentação pendular. Comparativamente as outras duas regiões metropolitanas do Nordeste que aparecem na Tabela 2.2, diga-se Fortaleza e Salvador, Recife apresenta uma participação pendular de mais do que o dobro dessas duas individualmente.

O Censo Demográfico 2010 registrou um total de 442.841 indivíduos com o local de trabalho ou estudo diferente do município de residência na RMR – o que representava 18,3% do total de trabalhadores/estudantes. Desse montante de 442.841 indivíduos pendulares, 424.203 indivíduos realizaram movimentos pendulares intermunicipais exclusivamente dentro da RMR, o equivalente a 25% do total de trabalhadores/estudantes. Contudo, excluindo desses 424.203 indivíduos os 7.605 pendulares que afirmaram trabalhar em um município distinto daquele de estudo, tem-se a amostra final de 416.598 pendulares intermunicipais na RMR, 24,7% do total de trabalhadores/estudantes (Tabela 2.3). Em outras palavras, a partir deste ponto são excluídos da amostra aqueles *commuters* intermunicipais, que afirmam trabalhar em

um município distinto daquele município em que estuda. Como ressaltado, tal procedimento visa evitar dupla contagem destes.

Tabela 2.3 – Distribuição da população por local de trabalho ou estudo e participação da população pendular (*commuters* intermunicipais) por município de residência – RMR, 2010

| Município de Residência | Local de trabalho ou estudo | | | (d) População residente | (e) = (b)/(c) Participação de <i>commuters</i> intermunicipais % |
|-------------------------|---|--|---|----------------------------|---|
| | (a) No município de residência (<i>commuters</i> intramunicipais) | (b) Em outro município da RMR (<i>commuters</i> intermunicipais) | (c) = (a) + (b) Total <i>commuters</i> | | |
| Abreu e Lima | 27.557 | 18.930 | 46.487 | 47.308 | 40,7 |
| Araçoiaba | 6.277 | 1.991 | 8.268 | 8.327 | 24,1 |
| Cabo de Santo Agostinho | 61.597 | 17.282 | 78.879 | 79.386 | 21,9 |
| Camaragibe | 43.004 | 30.041 | 73.045 | 73.661 | 41,1 |
| Igarassu | 35.863 | 12.356 | 48.219 | 48.529 | 25,6 |
| Ipojuca | 30.287 | 1.772 | 32.059 | 32.190 | 5,5 |
| Ilha de Itamaracá | 7.046 | 1.899 | 8.945 | 9.000 | 21,2 |
| Itapissuma | 8.396 | 3.350 | 11.746 | 11.827 | 28,5 |
| Jaboatão dos Guararapes | 209.407 | 113.960 | 323.367 | 325.893 | 35,2 |
| Moreno | 18.553 | 7.030 | 25.583 | 25.745 | 27,5 |
| Olinda | 114.822 | 78.291 | 193.113 | 194.307 | 40,5 |
| Paulista | 88.209 | 66.937 | 155.146 | 157.306 | 43,1 |
| Recife | 587.756 | 45.474 | 633.230 | 636.389 | 7,2 |
| São Lourenço da Mata | 33.063 | 17.285 | 50.348 | 50.783 | 34,3 |
| RMR | 1.271.837 | 416.598 | 1.688.435 | 1.700.653 | 24,7 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Dentre os municípios que compõem a RMR, apenas Jaboatão dos Guararapes apresentou volume de população pendular acima de 100 mil habitantes. Em Olinda e Paulista tem-se contingentes pendulares entre 50 e 100 mil habitantes. Além disso, destaca-se os municípios de Abreu e Lima e Camaragibe que, apesar de apresentarem fluxos pendulares inferiores ao montante de 50 mil habitantes, possuem uma participação da população pendular bastante elevada, respectivamente, 40,7% e 41,1%. Observa-se, portanto, que o impacto da proporção da população pendular é expressivamente distinto no conjunto de municípios que compõem a RMR.

Outro ponto que merece destaque na Tabela 2.3, são os casos dos municípios de Ipojuca e Recife, com respectivas participações pendular de 5,5% e 7,2%. Isso significa que, apenas 5,5% (7,2%) dos indivíduos residentes de Ipojuca (Recife) trabalham ou estudam em um município diferente do de residência. Esses dados sinalizam para as condições de “municípios receptores” dessas duas localidades.

Uma análise temporal dos fluxos pendulares na RMR pode ser visualizada na Tabela 2.4, que apresenta o total da população pendular intermunicipal segundo trabalho/estudo e por município de residência nos anos de 2000 e de 2010. Acompanhando a tendência nacional, o volume dos deslocamentos pendulares aumentou entre os anos de 2000 e 2010 em todos os

municípios da RMR. Nota-se que em alguns municípios a população pendular mais que dobrou ao longo da década, a citar Recife, Igarassu, Ipojuca, Ilha de Itamaracá e Itapissuma. A distribuição percentual desses deslocamentos na RMR também sofreu alterações, sendo o caso com menor variação o do município de Abreu e Lima. Deve ser notado também que Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Paulista são casos específicos, pois são os que já apresentavam em 2000 as maiores percentuais de indivíduos pendulares – permanecendo ainda em destaque em 2010.

Tabela 2.4 – Distribuição da população pendular (intermunicipal) segundo motivo de trabalho e/ou estudo e por município de residência – RMR, 2000 e 2010

| Município de residência | Volume de deslocamentos pendulares | | Percentual de deslocamentos pendulares | | Taxa de variação % (2000/2010) |
|-------------------------|------------------------------------|----------------|--|------------|-----------------------------------|
| | 2000 | 2010 | 2000 | 2010 | |
| Abreu e Lima | 12.511 | 18.930 | 4,5 | 4,5 | 51,3 |
| Araçoiaba | 1.110 | 1.991 | 0,4 | 0,5 | 79,4 |
| Cabo de Santo Agostinho | 10.454 | 17.282 | 3,7 | 4,1 | 65,3 |
| Camaragibe | 20.420 | 30.041 | 7,3 | 7,2 | 47,1 |
| Igarassu | 5.555 | 12.356 | 2,0 | 3,0 | 122,4 |
| Ipojuca | 775 | 1.772 | 0,3 | 0,4 | 128,6 |
| Ilha de Itamaracá | 758 | 1.899 | 0,3 | 0,5 | 150,5 |
| Itapissuma | 1.571 | 3.350 | 0,6 | 0,8 | 113,2 |
| Jaboatão dos Guararapes | 79.313 | 113.960 | 28,4 | 27,4 | 43,7 |
| Moreno | 4.017 | 7.030 | 1,4 | 1,7 | 75,0 |
| Olinda | 63.861 | 78.291 | 22,8 | 18,8 | 22,6 |
| Paulista | 49.740 | 66.937 | 17,8 | 16,1 | 34,6 |
| Recife | 17.807 | 45.474 | 6,4 | 10,9 | 155,4 |
| São Lourenço da Mata | 11.747 | 17.285 | 4,2 | 4,1 | 47,1 |
| RMR | 279.639 | 416.598 | 100 | 100 | 49,0 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados dos Censos Demográficos de 2000 e de 2010.

A Tabela 2.5 refere-se à distribuição da população que realiza o deslocamento pendular intermunicipal, por município de trabalho ou estudo e por município de residência. Na última coluna da tabela são apresentados os saldos brutos dos fluxos pendulares ponderando entradas e saídas. As informações mais relevantes apresentadas na Tabela 2.5 são os saldos dos deslocamentos pendulares. Tais saldos refletem a diferença entre os volumes de entradas e de saídas dos indivíduos que trabalham e/ou estudam em um município diferente daquele de residência. De início, já fica claramente visível que dos 14 municípios que compõem a RMR, apenas dois apresentam saldos positivos nas diferenças entre entradas e saídas pendulares, diga-se Ipojuca e Recife. Tal informação sugere que esses dois municípios atuam com fortes receptores de fluxos pendulares. A justificativa para isso está ligada à condição de capital pernambucana e a principal economia do Estado para Recife; e ao fato de parte do Complexo Industrial de Suape estar localizado em Ipojuca.

Tabela 2.5 – Distribuição da população pendular por município de trabalho ou estudo e por município de residência (entradas e saídas) – RMR, 2010

| Municípios | Entradas | | Saídas | | (a – b) |
|-------------------------|---|--------------|---|--------------|-----------|
| | (a) | | (b) | | |
| | Trabalham/estudam no município e residem em outro | % | Residem no município e trabalham/estudam em outro | % | Diferença |
| Abreu e Lima | 6.211 | 1,5 | 18.930 | 4,5 | -12.719 |
| Araçoiaba | 250 | 0,1 | 1.991 | 0,5 | -1.741 |
| Cabo de Santo Agostinho | 15.267 | 3,7 | 17.282 | 4,1 | -2.015 |
| Camaraçibe | 7.508 | 1,8 | 30.041 | 7,2 | -22.533 |
| Igarassu | 7.853 | 1,9 | 12.356 | 3,0 | -4.503 |
| Ipojuca | 13.560 | 3,3 | 1.772 | 0,4 | 11.788 |
| Ilha de Itamaracá | 1.091 | 0,3 | 1.899 | 0,5 | -808 |
| Itapissuma | 1.712 | 0,4 | 3.350 | 0,8 | -1.638 |
| Jaboatão dos Guararapes | 29.982 | 7,2 | 113.960 | 27,4 | -83.978 |
| Moreno | 1.041 | 0,2 | 7.030 | 1,7 | -5.989 |
| Olinda | 31.559 | 7,6 | 78.291 | 18,8 | -46.732 |
| Paulista | 14.957 | 3,6 | 66.937 | 16,1 | -51.980 |
| Recife | 283.247 | 68,0 | 45.474 | 10,9 | 237.773 |
| São Lourenço da Mata | 2.360 | 0,6 | 17.285 | 4,1 | -14.925 |
| RMR | 416.598 | 100,0 | 416.598 | 100,0 | - |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

O município de Recife registra o maior acréscimo populacional devido aos deslocamentos pendulares, 283.246 habitantes, o que caracteriza-o como o principal receptor da pendularidade metropolitana. Por outro lado, observando o movimento daqueles que residem em Recife e deslocam-se para outros municípios o total é bem menos expressivo. Essas informações permitem afirmar que, Recife, além de concentrar uma grande parcela de empregos, dos negócios e dos serviços, é a principal via de entrada dos deslocamentos pendulares metropolitanos.

Ipojuca é o único município, juntamente com Recife, com saldo de deslocamento pendular positivo na RMR. Os dados evidenciam um aumento de 13.560 indivíduos em seu volume populacional, decorrente da entrada líquida de 11.788 pessoas e da saída de 1.772 para trabalhar ou estudar em outros municípios da metrópole. A Figura 2.1, abaixo, ilustra exatamente essas observações extraídas da Tabela 2.5.

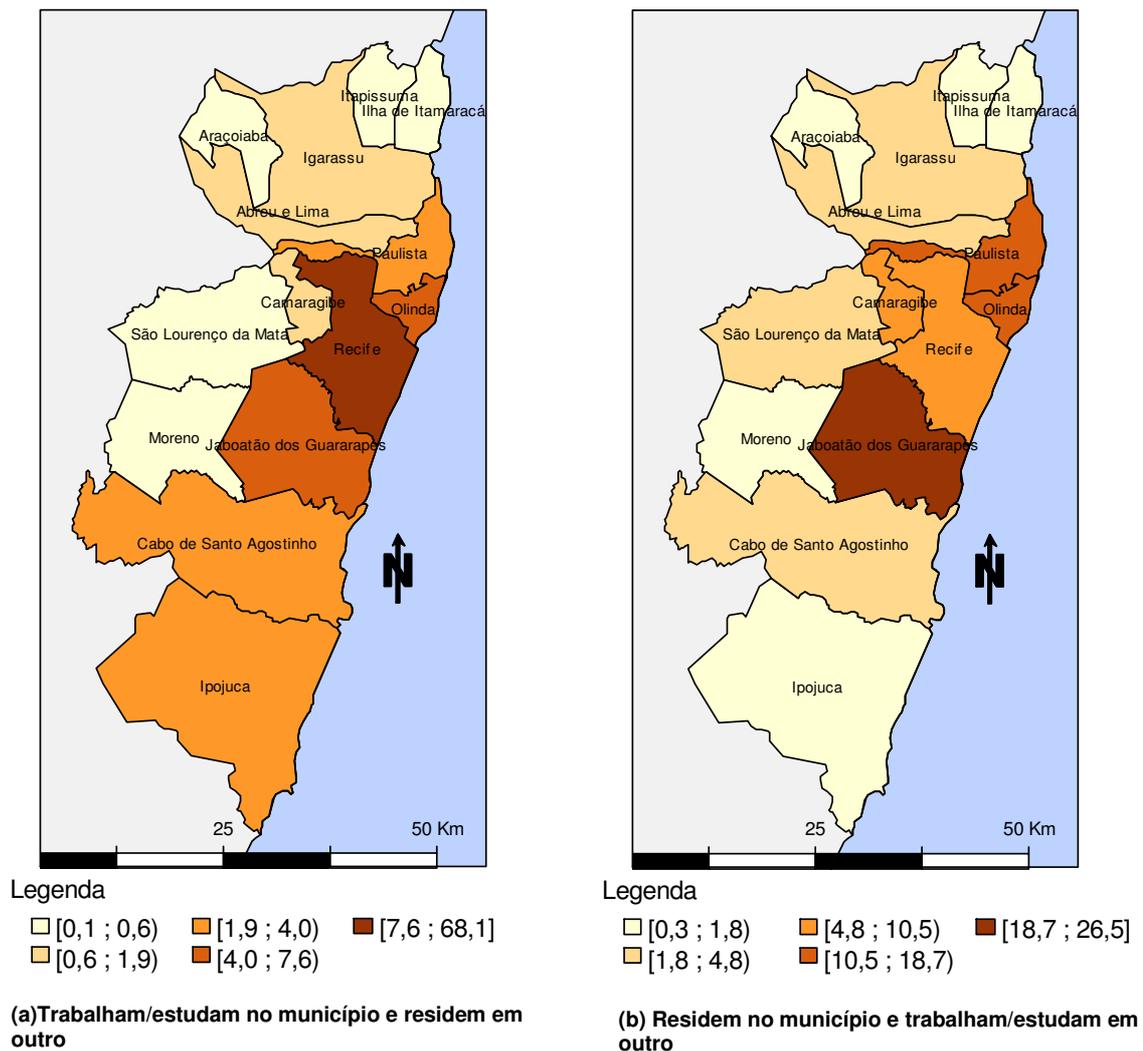


Figura 2.1 – Distribuição percentual da população pendular por município de trabalho ou estudo e por município de residência (entradas e saídas) – RMR, 2010 - %

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Nota: Distribuição por intervalos segue o critério de minimização de variância intragrupo e maximização de variância intergrupos – algoritmo de *Jenks*.

A maior parte dos municípios metropolitanos registram perda nas diferenças entre entradas e saídas pendulares. Isso significa que os indivíduos residentes saem mais para trabalhar/estudar em outros municípios em comparação a entrada de indivíduos pendulares nessas localidades. Dentre esses, Jaboatão dos Guararapes é aquele com a maior diferença negativa com um decréscimo significativo de -83.978 indivíduos.

Essas informações referentes a saldos pendulares são extremamente relevantes, pois a partir dessas observações percebe-se as diferentes intensidades da mobilidade populacional no território de análise. O resultado mais evidente que observa-se é a existência de uma tendência centrípeta na dinâmica da metrópole, no sentido de direcionar a população para os municípios

de Recife e Ipojuca, este último em menor escala. Enquanto que, por outro lado, nos demais municípios da RMR ocorre o inverso, ou seja, forças repulsivas se sobrepõe aquelas atrativas.

2.5 RESULTADOS EMPÍRICOS

Nessa seção são discutidos os resultados empíricos obtidos a partir das estimativas do modelo gravitacional (2.2) para a determinação dos fluxos pendulares entre os municípios da Região Metropolitana do Recife. A Tabela 2.6, a seguir, apresenta os resultados das estimativas do modelo gravitacional na forma log-linear. Para todas as regressões, a variável dependente é a taxa de deslocamento pendular entre pares de municípios (em logaritmo), considerando um painel de dados balanceado para os anos 2000 e 2010.

As variáveis explicativas e variantes no tempo, diga-se Índice de Desenvolvimento Humano municipal (IDHM), são predeterminadas, isto é, seus valores foram determinados antes da ocorrência dos movimentos pendulares, ou seja, são dados para os anos de 1991 e de 2000. Os indexadores i e j , referem-se, respectivamente, ao município de origem e de destino do fluxo pendular.

Optou-se pela aplicação de três procedimentos distintos na tentativa de tratar a existência de fluxos zero na amostra. Primeiro, foi somado 1 a todos os fluxos pendulares, antes de computar a taxa de deslocamento pendular e aplicar o logaritmo, e então usado o método de MQO para estimar os efeitos da distância intermunicipais e de características socioeconômicas iniciais (captadas pelo IDHM) sobre os fluxos pendulares. Para confronto de resultados, também foram aplicados os procedimentos de estimação *EK Tobit* e *Poisson*, inclusive com inclusão de variáveis binárias por pares de origem-destino para controles de efeitos fixos.

As colunas (1), (3) e (5) registram os respectivos resultados obtidos a partir dos estimadores MQO, *EK Tobit* e *Poisson*, enquanto as colunas (2), (4) e (6) apresentam os coeficientes calculados com estimadores de efeitos fixos.

Tabela 2.6 – Regressões para os Modelos Gravitacionais: Variável dependente - taxa de deslocamento pendular (em logaritmo) – RMR, 2000/2010

| Estimador: | MQO | | EK Tobit | | Poisson | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Variável Dependente: | ln (1 + Y _{ij}) | | ln (Y _{ij} ^{min}) para zeros | | Y _{ij} | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| Log (Distância Euclidiana i-j) | -2,5201*** (0,1464) | -13,1316*** (1,3392) | -2,4514*** (0,1503) | -13,1333*** (0,5489) | -1,8729*** (0,2758) | -13,1504*** (0,3736) |
| IDHM j | 11,6215*** (0,9354) | 8,0370 (4,9372) | 11,7322*** (0,9702) | 8,5452*** (1,7900) | 14,6300*** (2,0800) | 10,1365*** (1,8881) |
| IDHM i | 5,3899*** (0,9520) | -0,6777 (4,6426) | 5,4535*** (0,9310) | -1,8954 (1,6714) | 2,1028 (1,8159) | -4,9789*** (1,5011) |
| Constante | -7,7962*** (0,5380) | -18,5518*** (2,4089) | -7,7292*** (0,5977) | -18,2931*** (0,9911) | -5,1495*** (1,7583) | -17,8331*** (0,7049) |
| Efeitos fixos | Não | sim | não | sim | não | Sim |
| R ² | 0,5872 | 0,8928 | | | | |
| Sigma | | | 1,6659 (0,0645) | 0,4367 (0,0260) | | |
| Teste MaMu (Lambda) | | | | 1,51092*** (0,0000) | | |
| Observações | 364 | | 364 | | 364 | |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPEADATA e dos Censos Demográficos de 2000 e 2010.

Nota: Desvios-padrão entre parênteses. * Estatisticamente significativo a 10%. ** Estatisticamente significativo a 5%. *** Estatisticamente significativo a 1%.

Como já destacado, as estimativas foram conduzidas para os modelos em MQO, *EK Tobit* e *Poisson*, a seleção do estimador apropriado depende do processo de geração do termo de erro. Por isso, foi calculada a estatística de teste proposta por Manning e Mullahy (2001) para diagnosticar o termo de erro – teste MaMu. A descoberta de que $\hat{\lambda} = 1,51$ sugere que os resíduos não seguem uma distribuição log-normal, ou seja, que o estimador *Poisson* é que melhor corresponde aos dados com tratamento dos fluxos zeros no presente estudo. Logo, as colunas (5) e (6) serão o foco da análise que segue.

Os resultados apresentados na Tabela 2.6 sugerem a existência de correlações entre os fluxos pendulares intermunicipais e características atreladas ao desenvolvimento humano dos municípios da RMR. Os coeficientes estimados são estatisticamente significativos e apresentam sinais que correspondem a expectativa inicial. Os sinais opostos do IDH inicial por origem *i* e por destino *j* sugerem que quanto maior desenvolvimento humano local no município de residência *i* menores são os fluxos pendulares, dando indícios que, possivelmente, menores serão as chances da realização da pendularidade intermunicipal. Por outro lado, o sinal positivo referente ao IDH do município de destino *j* indica que quanto maior esse índice, maiores fluxos ocorreram em direção a localidade *j*. Assim, índices de desenvolvimento humano mais elevados nos municípios de destino são forças atrativas, com o potencial de elevar os fluxos pendulares

de i para j . Após a correção do viés de omissão de variáveis (heterogeneidade não observada) nas regressões, percebem-se algumas mudanças na magnitude dos coeficientes e no sinal da variável referente ao desenvolvimento humano do município de origem do fluxo. O que reforça a importância de realizar tal controle.

Um resultado relevante é o de que a pendularidade é inversamente proporcional à distância entre o município de destino e o município de origem, ou seja, quanto maior a proximidade entre o município em que o indivíduo reside e o município onde ele trabalha/estuda, maior o fluxo. Pode-se concluir, portanto, que, após o controle da heterogeneidade não observada entre os municípios, a distância se mantém como importante força de atrito, ou seja, os fluxos pendulares ocorrem, em média, entre regiões mais próximas. Além disso, as diferenças de IDHM parecem registrar que os fluxos pendulares são maiores para aqueles municípios inicialmente mais desenvolvidos.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de analisar o padrão da mobilidade urbana na Região Metropolitana do Recife, a caracterização dos movimentos pendulares dos indivíduos que trabalham e/ou estudam em município diferente daquele que residem na RMR durante o ano de 2010 mostrou que há forças centrípetas na RMR. Ou seja, a população é direcionada a trabalhar ou a estudar nos municípios de Recife e Ipojuca. Também parecem haver forças repulsivas nos demais municípios da RMR, especialmente em Jaboatão dos Guararapes, Paulista e Olinda, que direcionam à fluxos pendulares de saída superiores aqueles de entrada no município. Possivelmente, isto ocorre devido à proximidade desses municípios da capital, e grande receptora de fluxos pendulares, Recife. Nesse sentido, tanto Jaboatão dos Guararapes, como Paulista e Olinda fazem fronteira direta com Recife.

Em relação à análise dos aspectos importantes que afetam os fluxos pendulares na RMR, percebeu-se que a distância entre os municípios de residência e de trabalho/estudo atua como uma força de atrito sobre os fluxos pendulares, condicionando os movimentos pendulares de tal forma que tais fluxos são, em média, maiores entre regiões mais próximas. Também as diferenças do IDHM mostraram-se significantes na determinação dos fluxos pendulares, atuando como uma força atrativa para os municípios de destino. Percebeu-se que, quanto maior o IDH no município de origem, menores serão os fluxos pendulares. Portanto, os resultados forneceram alguns indícios de que a oferta adequada de serviços e infraestrutura – diga-se educação, emprego, saúde, entre outros – no local de moradia poderia evitar a “necessidade”

de trabalhar em outro município. Os resultados também apontaram que quanto menor as distâncias entre os municípios de origem e de destino, maiores são os fluxos pendulares. Assim, assumindo as distâncias percorridas pelos indivíduos como uma *proxy* para os custos de deslocamento (tanto no sentido de tempo, como no sentido de custos financeiros), políticas voltadas para melhorar infraestrutura urbana, especialmente no que tangencia questões atreladas ao transporte público, facilitaria a mobilidade na RMR.

Pode-se dizer, sem nenhum equívoco, que os movimentos pendulares e, especialmente, o processo de crescimento que tais deslocamentos vem apresentando nas últimas décadas, possuem implicações de extrema relevância para as políticas de planejamento urbano e ambiental. Faz-se necessário que os centros urbanos, na figura dos condutores de política, pensem em estratégias de planejamento de transportes e infraestrutura urbana de modo a criar condições favoráveis para o contingente populacional que se desloca frequentemente para trabalhar ou estudar em municípios diferentes daquele de residência, levando em conta critérios econômicos, ambientais e, também, as próprias consequências sociais desses movimentos populacionais.

Há, em certa medida, uma evidente tendência contemporânea de aumento dos movimentos pendulares. Porém a sustentabilidade desse processo de crescimento dos movimentos pendulares, bem como as consequências sociais vinculadas a tal processo são aspectos que pouco se conhece e que, por outro lado, não podem de maneira alguma ser ignorados. Um dos principais desafios torna-se, portanto, atingir uma melhor compreensão dos movimentos pendulares, tentando identificar quais características individuais estão atreladas aos indivíduos que realizam tais movimentos, visando otimizar as políticas de transportes e planejamento urbano.

3 MOBILIDADE PENDULAR NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: QUAL A IMPORTÂNCIA DA EXPERIÊNCIA DE MIGRAÇÃO?

3.1 INTRODUÇÃO

A estrutura espacial de um complexo urbano é resultado de diversas ações individuais tomadas no passado, no sentido de que a população urbana se defronta com um amplo conjunto de decisões entre fatores de acessibilidade, espaço e amenidades. As questões atreladas à acessibilidade incluem gastos, tanto monetários, como de tempo, associados às idas ao trabalho, lazer e outras atividades; em relação ao espaço tem-se as decisões referentes ao tamanho e a qualidade de imóveis; e amenidades ambientais incluem tanto características naturais como características de vizinhança – tais como segurança local, presença de escolas, hospitais na proximidade –, que afetam as decisões individuais de localização (MIRANDA; DOMINGUES, 2007). Portanto, pode-se dizer que, especialmente em áreas urbanas, o local de trabalho está dissociado do local de moradia, assim, indivíduos com objetivos comuns e de mesma classe social tendem a agrupar-se numa mesma área (ÂNTICO, 2005; MOURA; DELGADO; COSTA, 2013).

No tocante à literatura sobre escolhas residenciais dos indivíduos, ressalta-se que as decisões de onde viver e trabalhar envolvem dilemas entre salários, tempo de deslocamento e custo de vida. Assim, a probabilidade individual de residência em uma determinada área é negativamente influenciada pelos níveis de custo de vida (preços de habitação) e positivamente afetada pelos níveis salariais. Ademais, os incentivos para que a população urbana realize o deslocamento pendular¹⁰ são maiores quanto maior o salário nos mercados vizinhos (SO; ORAZEM; OTTO, 2001).

O fenômeno da mobilidade pendular relaciona-se com a expansão do território metropolitano, tornando-se elemento central para compreensão das dinâmicas de integração urbana (JARDIM, 2011a; MOURA; BRANCO; FIRKOWSKI, 2005; PEREIRA; HERRERO, 2009). Cabe também ressaltar a associação existente entre a mobilidade pendular e questões atreladas à infraestrutura urbana, especialmente, em relação aos transportes urbanos, comunicações, comércio e serviços. Os deslocamentos pendulares intermunicipais, assim como

¹⁰ A definição de deslocamento pendular nesse estudo está intimamente relacionada com os deslocamentos intermunicipais frequentes realizados pelos indivíduos para trabalho. Nesse sentido, são classificados como pendulares, aqueles trabalham em um município diferente daquele de residência (AXISA; SCOTT; NEWBOLD, 2012; PAPANIKOLAOU, 2006; SANDOW; WESTIN, 2010).

aqueles intramunicipais, estão possivelmente ligados à facilidade com que as pessoas podem se locomover dentro do espaço geográfico. Nesse contexto, maiores deslocamentos pendulares podem resultar em aumento da demanda por infraestrutura rodoviária, maior frota de transporte coletivo e mais veículos particulares, isto é, maior infraestrutura de mobilidade urbana.

Soares (2006) identificou um processo de “inversão demográfica” ocorrendo desde os anos de 1970 nas regiões metropolitanas brasileiras, isto é, um processo caracterizado por uma desconcentração populacional nas capitais em função de outros municípios das regiões metropolitanas. Tal desconcentração seria potencializada pela especulação imobiliária e por fatores ligados ao próprio mercado de trabalho. O distanciamento dos núcleos urbanos exige o retorno diário dos indivíduos para trabalhar, dada à incapacidade do local de trabalho absorver toda mão de obra disponível. Logo, os deslocamentos pendulares por motivo de trabalho, estudo ou lazer passam a configurar um fenômeno visivelmente intrínseco ao processo de crescimento metropolitano.

As escolhas individuais de residência estão atreladas aos ambientes onde o nível de bem estar esperado seja maximizado, embora as características do curso de vida, tais como idade, idade dos filhos, existência de cônjuge, desempenhem um papel decisivo na determinação do local de moradia (SO; ORAZEM; OTTO, 2001). Nesse contexto, um indivíduo ou família deve mudar de residência quando os benefícios líquidos esperados em uma localidade alternativa superarem aqueles da residência atual (MAGALHÃES; RIOS-NETO, 2004). No caso daqueles que já foram capaz de cruzar fronteiras municipais através de um movimento migratório, a possibilidade de enfrentamento de trajetos casa-trabalho mais longos, especialmente, trajetos intermunicipais, é bastante factível. Fatores como predisposição ao risco, talento, motivação podem diferenciar os indivíduos migrantes dos demais, o que, por conseguinte, influencia a decisão de realizar deslocamentos pendulares mais específicos (AXISA; NEWBOLD; SCOTT, 2012; CHISWICK, 1999; RENKOW; HOOVER, 2000; VAN OMMEREN; DARGAY, 2006).

De forma geral, existe uma série de trabalhos no Brasil que estudaram os movimentos pendulares nas distintas regiões metropolitanas (ÂNTICO, 2005; JARDIM; ERVATTI, 2007; JARDIM, 2011b; MIRANDA; DOMINGUES, 2008; MOURA; BRANCO; FIRKOWSKI, 2005; MOURA; DELGADO; COSTA, 2013; PEREIRA; HERRERO, 2009). Porém, em relação à análise dos movimentos pendulares a partir do exame da migração intermunicipal, há poucos estudos na literatura brasileira, e os que o fazem estão concentrados na área de Demografia (PEREIRA; HERRERO, 2009; SOARES, 2006). Portanto, fica perceptível que, como o tema proposto é pouco explorado no país, é de extrema relevância estudos que possam

ajudar a suprimir essa carência, permitindo uma melhor compreensão do comportamento pendular nos processos de crescimento urbano.

Cabe ressaltar, por outro lado, diferenças importantes na intensidade dos movimentos pendulares entre as regiões metropolitanas brasileiras. Conforme dados recentes do Censo Demográfico de 2010, dentre as 12 regiões metropolitanas mais importantes do Brasil, a Região Metropolitana do Recife (RMR) é a que registra maior participação da população pendular entre a população total (18,3%), considerando os movimentos por motivo de trabalho/estudo. Ainda em comparação com outras metrópoles da região Nordeste (Fortaleza e Salvador), a RMR também destaca-se pela centralidade de sua capital nos movimentos pendulares. Enquanto 7,1% e 3,3% das pessoas ocupadas, respectivamente, nas Regiões Metropolitanas de Fortaleza (RMF) e de Salvador (RMS), se deslocam para trabalhar nas suas respectivas capitais, na RMR, essa proporção é de 28,5%, isto é, a cidade do Recife recebe um importante contingente de mão de obra “flutuante” e residente no perímetro metropolitano.

Diante do exposto, o objetivo deste ensaio é estimar o efeito da condição de migrante intermunicipal sobre a probabilidade de movimento pendular por motivo de trabalho, tendo como foco de análise a RMR. Para tanto, são utilizados dados do Censo Demográfico de 2010 e um modelo de determinação conjunta de migração intermunicipal e movimento pendular, cuja estrutura de dependência em fatores não observados é estimada de forma flexível com o uso de funções cópulas.

O capítulo encontra-se dividido em seis seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 são expostos alguns dos importantes estudos que tratam conjuntamente do movimento pendular e dos processos migratórios. A seção 3 apresenta a estratégia empírica utilizada para analisar os determinantes da mobilidade pendular na RMR, na seção seguinte são apresentados os dados e a seleção amostral. Na seção 5, são discutidos os resultados estatísticos e econométricos. Por fim, a sexta seção é dedicada às considerações finais do presente ensaio.

3.2 REVISÃO DA LITERATURA

Deslocamentos pendulares caracterizam-se como um fenômeno importante da atualidade nas distintas localidades do mundo (ARANHA, 2005; ROUWENDAL; RIETVELD, 1994; SANDOW; WESTIN, 2010). Observando apenas informações para o Brasil, de acordo com os números do último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as taxas de deslocamentos pendulares intermunicipais em todo território nacional, ou seja, o percentual de indivíduos de 10 anos de idade ou mais que trabalham fora

do município de residência, foi de 11,62%, em 2010. Quando considerado o deslocamento casa-trabalho, sem impor que tais movimentos cruzem fronteiras municipais ou fronteiras estaduais, tem-se que o percentual de trabalhadores que exercem sua profissão fora do domicílio foi de cerca de 74%, em 2010.

Os movimentos pendulares estão relacionados ao processo de configuração espacial das atividades econômicas. De maneira análoga aos fluxos migratórios, os deslocamentos pendulares não podem ser dissociados das teorias da localização espacial, uma vez que a distribuição das atividades produtivas é resultado da interação de forças centrípetas (ou aglomerativas) e centrífugas (ou de dispersão) responsáveis pelas economias e deseconomias de aglomeração (LÖSCH, 1954; VON THÜNEN, 1966). O crescimento das cidades e, por conseguinte, dos fatores interligados a esse processo de crescimento podem ser restringidos, especialmente porque economias de aglomeração podem se transformar em deseconomias – tais como a associação positiva entre grau de urbanização e congestionamentos nos centros urbanos (GLAESER, 1998).

Nesse contexto, Renkow e Hoover (2000) analisaram as hipóteses de “reestruturação regional” e a de “desconcentração da população”¹¹. Os autores desenvolveram um teste empírico dessas duas abordagens, baseado em um modelo de escolha residencial e de local de trabalho. A análise empírica mostrou que as hipóteses de desconcentração e reestruturação implicam em diferentes previsões para a relação entre deslocamento pendular e migração, que pode ser testada simplesmente determinando quanto o deslocamento pendular e a migração são positivamente ou negativamente relacionados, depois de controlados por outros fatores econômicos. A análise foi conduzida para os condados que compõem o estado da Carolina do Norte, nos Estados Unidos. Os resultados econométricos de Renkow e Hoover (2000) suportam a hipótese de desconcentração populacional, no sentido de que a força dominante subjacente às tendências da dinâmica da população rural-urbana tem sido, no período de análise (1970-1980 e 1980-1990), a urbanização relacionada a mudanças nas preferências residenciais.

Papanikolaou (2006), através de uma análise exploratória de dados da Alemanha, observou a influência da estrutura espacial sobre o comportamento pendular dos trabalhadores no ano de 2003. As informações foram extraídas da base de dados de seguro social e foram classificados como *commuters* aqueles trabalhadores que trabalhavam fora do município de

¹¹ A hipótese de reestruturação regional sustenta que mudanças na distribuição espacial das oportunidades de emprego são determinantes para a forte mudança na distribuição relativa do crescimento populacional urbano e rural. Por outro lado, a hipótese de desconcentração populacional atribui essas mudanças a alterações nas preferências residenciais de trabalhadores e consumidores (RENKOW; HOOVER, 2000).

residência. A mensuração das diferenças espaciais no comportamento pendular foi obtida pela taxa de deslocamento pendular e a distância média do deslocamento pendular, com base em uma divisão rural-urbana das regiões alemãs. Além de observar como os fluxos pendulares se configuram nas diferentes estruturas espaciais, o autor em destaque também analisou a influência das características individuais – de maneira mais específica, a idade, a educação e as horas trabalhadas – sobre o comportamento pendular. Os resultados mostraram, através da análise de correlação, a existência de uma conexão entre a densidade de empregos e taxa de deslocamento pendular, de maneira que a diminuição da densidade de empregos eleva a taxa de deslocamento pendular. Como os centros de aglomeração mostram, no geral, alta densidade de empregados, terão, portanto, as menores taxas de deslocamento pendular. Ademais, a diminuição da densidade de empregados também parece elevar ligeiramente a distância média dos deslocamentos pendulares. A fraca relação entre densidade de empregado e a distância média dos deslocamentos pendulares, é um indicativo de que as diferenças nessa distância possivelmente não são fortemente determinadas pela estrutura espacial. Assim, Papanikolaou (2006) nota que o impacto das características individuais na taxa de deslocamento pendular, bem como sobre a distância média dos deslocamentos pendulares, possui um efeito mais forte. Quanto mais elevado é o grau de instrução, maior serão, tanto a taxa de deslocamento pendular, como a distância percorrida. Também as fases da vida profissional afetam essas duas medidas de pendularidade, pois no início da vida profissional as taxas de deslocamentos pendulares e distâncias médias pendulares são baixas.

O estudo sobre deslocamento pendular, realizado por Axisa, Newbold e Scott (2012), analisa a relação existente entre o tempo de migração e a duração do deslocamento pendular na área “metropolitana” de Toronto (Canadá), objetivando examinar se as maiores distâncias pendulares são aquelas percorridas pelos migrantes recentes. Axisa, Newbold e Scott (2012) perceberam distâncias médias casa-trabalho maiores para indivíduos entre 30 e 44 anos de idade (17,1 km); as mulheres apresentam tais distâncias mais curtas (12,9 km), em relação aos homens (17,2 km); e a distância do trabalho aumenta na medida em que a renda familiar se eleva, bem como quando os indivíduos possuem trabalhos mais qualificados. Através de estimativas utilizando o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), o estudo conclui que viver em áreas rurais mais acessíveis e ser migrante recente são características que estão significativamente associadas com trajetos mais longos casa-trabalho. Assim, descobrem que quanto maior o tempo que o indivíduo mora naquela localidade, menores distâncias casa-trabalho serão percorridas por ele.

Os referidos achados de Axisa, Newbold e Scott (2012) corroboram com outros estudos que identificam a relação entre migração intermunicipal e as distâncias percorridas nos deslocamentos pendulares, evidenciando-se a possibilidade de que os migrantes recentes tenham, em média, trajetos pendulares maiores em relação aos indivíduos classificados como residentes de longa duração na mesma área (AXISA; SCOTT; NEWBOLD, 2012; CHAMPION; COOMBES; BROWN, 2009; FINDLAY et al., 2001; GREEN, 1999). O que algumas pesquisas apontam como justificativa para a ocorrência de tal fenômeno é a existência de um intervalo de adaptação no período logo após a migração, assim o deslocamento pendular assume um caráter temporário (AXISA; SCOTT; NEWBOLD, 2012).

Sadow e Westin (2010) analisaram a duração dos movimentos pendulares de longa distância na Suécia – os trajetos casa-trabalho com 30 km ou mais de distância¹² –, e quais os fatores que caracterizam os indivíduos que se deslocam por períodos mais curtos ou mais longos. Dado que a decisão por realizar o deslocamento pendular é algo que afeta a família e não apenas o indivíduo que o realiza, foram observados efeitos dos movimentos pendulares de longa distância para ambos os cônjuges de um domicílio, em termos de resultados econômicos. Para tanto, os autores utilizaram uma base de dados abrangente, que cobre os passageiros de longa distância na Suécia, em 2000, e seu comportamento pendular ao longo de um período de uma década (1995-2005). Através de análises de regressão multivariada e regressão logística multinomial, foi observado que a experiência anterior de ter realizado deslocamentos pendulares de longas distâncias tornam os indivíduos mais propensos a ter uma longa duração desses movimentos. Outra descoberta interessante é que os *commuters* masculinos beneficiam-se mais dos movimentos pendulares de longa distância, em termos de resultados econômicos, comparativamente as mulheres. Contrapondo-se em certa medida a ideia do caráter temporário dos movimentos pendulares observado por Axisa, Newbold e Scott (2012), Sadow e Westin (2010) percebem os deslocamentos pendulares de longa distância como uma escolha estratégica de mobilidade para as famílias, e não apenas uma solução de curto prazo.

Os estudos exploratórios no Brasil são predominantes na literatura sobre pendularidade (ÂNTICO, 2005; JARDIM; ERVATTI, 2007, 2009; MIRANDA; DOMINGUES, 2008; MOURA; BRANCO; FIRKOWSKI, 2005; MOURA; DELGADO; COSTA, 2013; PEREIRA; HERRERO, 2009). Contudo, poucos focam diretamente nas questões atreladas conjuntamente a migração e ao movimento pendular. Nesse sentido, Soares (2006) analisou os deslocamentos

¹² A distância de 30 km equivale a um tempo de deslocamento de 45 minutos, relatado como um limite para a propensão a aceitar os deslocamentos pendulares (SADOW; WESTIN, 2010).

populacionais nos municípios mineiros de Belo Horizonte e Contagem, focando nos movimentos migratórios intrametropolitanos e nos movimentos pendulares por motivo de trabalho. Utilizando dados dos Censos Demográficos de 1991 e 2000 e a Pesquisa de Origem e Destino em 2001, o autor fez uma análise exploratória onde um dos principais resultados aponta que dos indivíduos que residem em Contagem e realizam os movimentos pendulares para Belo Horizonte, 68% eram emigrantes de Belo Horizonte, em 2001. Assim, seus achados indicam a existência de uma possível relação empírica entre essas duas variáveis no ambiente de análise.

Um outro estudo exploratório brasileiro de relevância que aborda, em certa medida, questões interligadas a migração e ao movimento pendular, foi o realizado por Pereira e Herrero (2009). Os referidos autores estudaram os deslocamentos pendulares por motivo de trabalho, caracterizando o *commuter* como aquele que trabalha em um município diferente do seu município de residência. Foi realizada uma análise exploratória e comparativa do movimento pendular na Região Metropolitana de Campinas (Brasil) e no aglomerado urbano da Grande Buenos Aires (Argentina), para o ano de 2000. Um diferencial do estudo de Pereira e Herrero (2009) é que eles também examinaram três distintos processos que, para os autores, dão origem a diferença de localização espacial entre residência e local de trabalho: concentração urbana, saturação urbana e desconcentração produtiva. Tal análise foi realizada através de uma investigação comparativa entre os perfis de renda e escolaridade dos fluxos pendulares, argumentando-se que os distintos processos sócio espaciais que originam os fluxos pendulares geram particularidades a estes deslocamentos.

Neste contexto, a concentração produtiva, assim como a especulação imobiliária, são fatores que configuram o processo de concentração urbana, mostram os resultados de Pereira e Herrero (2009). Tal processo caracteriza-se pelas fortes disparidades espaciais entre áreas residenciais e de trabalho, sendo marcado pela periferização de uma camada da população, especialmente aqueles indivíduos de baixa renda, e forte centralidade do núcleo urbano – através da concentração de oportunidades de emprego. Em geral, percebe-se que esses deslocamentos pendulares possuem um maior peso relativo de indivíduos pertencentes à base da pirâmide social. O segundo tipo de deslocamento pendular, vinculado aos processos de saturação dos centros urbanos, estão interligados aos indivíduos que trocam de residência dos centros urbanos por localidades não-centrais mais afastadas e que oferecem algum tipo de vantagem de qualidade de vida, mantendo, no entanto, seus empregos nas regiões centrais. Neste caso, o perfil socioeconômico desses deslocamentos pendulares é caracterizado por um nível socioeconômico, em média, mais elevado. Por fim, o terceiro tipo de movimento pendular, atrelado ao processo de desconcentração espacial das atividades produtivas – ou seja, quando

circunstâncias tais como vantagens logísticas, incentivos fiscais, entre outras, afetam a localização das empresas – aponta para um possível processo de integração da área metropolitana (PEREIRA; HERRERO, 2009).

A discussão a respeito do deslocamento pendular do ponto de vista demográfico, que é o que comumente tem sido realizado no Brasil, refere-se, usualmente, a descrição dos fluxos e de características econômicas e sociais dos indivíduos que o realizam, deixando em aberto questões atreladas a explicação dos fatores determinantes da realização do deslocamento pendular individual.

Magalhães (2002) investigou a importância relativa de características socioeconômicas e domiciliares sobre os processos de mobilidade e de localização residencial em áreas urbanas em Belo Horizonte. Com dados da Pesquisa Domiciliar de Origem Destino da Região Metropolitana de Belo Horizonte e utilizando um modelo de regressão logística multinível, o autor verificou como os fatores domiciliares afetam a probabilidade da moradia estar próxima do local de trabalho, ou seja, afeta a probabilidade do tempo de movimento pendular ser inferior a 20 minutos. Entre os principais achados de Magalhães (2002), destaca-se que a probabilidade das mulheres trabalharem próximo ao domicílio é superior comparativamente aos indivíduos do sexo masculino e a proximidade do local de emprego também é característica dos detentores de maiores renda, independente do sexo.

Magalhães e Rios-Neto (2004), de maneira semelhante, analisaram os movimentos pendulares por motivo de trabalho em Belo Horizonte por meio de regressão logística multinível, porém o objetivo central dos autores foi investigar a importância de características socioeconômicas e domiciliares sobre a duração do tempo de residência. Diversos resultados foram encontrados na pesquisa, mas focando naqueles que tangenciam diretamente o deslocamento pendular percebeu-se que, dentre os chefes de família que se deslocam para trabalhar, quanto menor for o tempo gasto no trajeto residência-local de trabalho, maior será a chance dele permanecer no mesmo domicílio por um tempo igual ou superior a cinco anos.

Miranda e Domingues (2007), com base nos dados da pesquisa Origem-Destino 2001 da Fundação João Pinheiro, também analisaram o movimento pendular por motivo de trabalho na Região Metropolitana de Belo Horizonte, através de uma abordagem multinível. Os autores modelaram o tempo gasto no deslocamento ao trabalho como função de uma série de características individuais, domiciliares e regionais. Os principais resultados de Miranda e Domingues (2007) apontam que as mulheres costumam trabalhar mais próximas de suas residências; o acréscimo no tempo de *commuting* é significativamente maior para os usuários de transporte público comparativamente a outros meios de transporte motorizados; a

diferenciação de gênero afeta de maneira distinta o tempo alocado nos movimentos pendulares na região metropolitana de Belo Horizonte; e famílias com filhos menores de idade acabam fixando residências mais próximas ao local de trabalho.

Betarelli Junior (2010) utilizou os microdados provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2007, para analisar o quanto as características individuais, familiares e de contexto geográfico podem influenciar na probabilidade do trabalhador ter maior ou menor custo de acessibilidade no deslocamento da sua residência ao local de trabalho. Para tanto, o autor utiliza o “tempo médio ordenado gasto no percurso domicílio-local de trabalho” como *proxy* do custo de acessibilidade, através de um modelo Logit Ordenado Generalizado (MLOG), estimaram-se os determinantes desse tempo de deslocamento. Os resultados de Junior (2010), dentre outros apontamentos, sugerem que na medida em que a idade aumenta, as chances dos indivíduos se preocuparem com os seus custos de acessibilidade também se elevam e quando esses indivíduos ocupados recebem auxílio de transporte, aumentam também suas chances de gastarem até 30 minutos no trajeto entre sua residência e o trabalho.

O que pode-se concluir dessa análise dos estudos empíricos realizados no Brasil, a respeito dos movimentos pendulares, é que o tema ainda é muito pouco explorado na literatura nacional. Havendo ainda várias lacunas a serem exploradas, especialmente no que tangencia o efeito da condição de migrante sobre as chances de realização do deslocamento pendular e os fatores que afetam diretamente a realização do movimento, e não apenas o tempo gasto nesse tipo de deslocamento.

Analisar as características na distribuição espacial da população está fundamentalmente relacionado com três escolhas essenciais realizadas pelos indivíduos em idade ativa: onde viver, se deve ou não atuar no mercado de trabalho, e onde trabalhar (RENKOW; HOOVER, 2000). O modelo empírico desenvolvido neste estudo concentra-se exclusivamente no local de trabalho e de residência, de modo a contribuir para a identificação dos fatores atrelados aos movimentos intermunicipais residência-local de trabalho.

3.3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Nesta seção, faz-se uma explanação da metodologia a ser empregada no presente ensaio. A princípio, propõe-se a estimação de um modelo *probit* univariado na tentativa de se investigar os determinantes do deslocamento pendular por motivo de trabalho. Em seguida, parte-se para discursão da estratégia de identificação, objetivando tratar possíveis problemas de

endogeneidade entre a experiência de migração e as chances de realização do deslocamento pendular, e o modelo *probit* bivariado recursivo é introduzido na estratégia empírica. Por fim, são introduzidas funções cópulas para estimação do grau de dependência em fatores não observados no *probit* bivariado. Esse refinamento permite lidar de maneira mais eficiente com a endogeneidade e problemas de identificação, além disso, relaxa a hipótese de distribuição normal no tocante à distribuição conjunta dos eventos migração e movimento pendular.

3.3.2 Determinantes da realização do movimento pendular

Como já mencionado, o objetivo específico ao qual esta pesquisa se propõe a executar é avaliar a influência que o processo migratório intermunicipal direcionado à Região Metropolitana do Recife possui sobre a decisão das pessoas de realizar o deslocamento pendular voltado ao trabalho.

Uma maneira simples de se aproximar do objetivo desse estudo seria estimar um modelo para a determinação do benefício obtido no deslocamento pendular, ou, em outras palavras, deslocamento casa-trabalho. Assim, faz-se necessário modelar a realização do deslocamento pendular, y_{1i} , como dependendo do valor de uma variável latente, y_{1i}^* , que é uma função linear de um vetor de características individuais, de características da família e contexto geográfico do indivíduo. Também existem os fatores relacionados a experiência de migração dos indivíduos, y_2^* , que afetam o benefício desse tipo de movimento. Formalmente, o modelo pode ser descrito como:

$$y_{1i}^* = \beta_1' x_{1i} + \alpha y_{2i}^* + \varepsilon_{1i} \quad (3.1)$$

Onde: y_{1i}^* representa o benefício esperado associado à realização do deslocamento pendular; x_{1i} é uma matriz de variáveis associadas às características socioeconômicas (gênero, idade, instrução etc), domiciliares (presença de cônjuge, filhos) e de localização do trabalhador; β_1 é um vetor de parâmetros a serem estimados; α é um coeficiente atrelado ao efeito médio do tratamento (efeito da condição de migrante sobre o deslocamento pendular) e ε_{1i} refere-se ao termo de erro aleatório normalmente distribuído e com variância constante, composto por características não observáveis¹³.

¹³ As variáveis independentes que irão compor essa matriz x_1 são expostas na seção de “Base de Dados e Seleção Amostral”. Essas variáveis foram selecionadas com base na disponibilidade de dados e nos resultados de estudos anteriores sobre pendularidade (AXISA; NEWBOLD; SCOTT, 2012; CHAMPION; COOMBES; BROWN, 2009; FINDLAY et al., 2001; PAPANIKOLAOU, 2006).

Como a variável y_{1i}^* contínua não é observada na base de dados do Censo de 2010, mas, por outro lado, é possível saber se os indivíduos realizam o deslocamento domicílio-trabalho, o meio mais simples de realizar tal análise é através de um modelo *Probit* Univariado. Assim, assumindo que ε_{1i} segue uma distribuição normal e considerando o vetor β_1 com o componente de intercepto, pode-se estimar (3.1) por Máxima Verossimilhança (MV) (MADDALA, 1983). A variável dicotômica observada y_{1i} será igual a 1 apenas se a variável latente $y_{1i}^* > 0$, isto é, se o indivíduo trabalha em um município diferente daquele que reside (*commuter* intermunicipal) e recebe o valor 0 se indivíduo trabalha no mesmo município de residência (*commuter* intramunicipal, o qual será definido como não *commuter* ao longo do estudo)¹⁴.

Todavia, o procedimento supracitado pode apresentar um possível problema de viés de endogeneidade relacionado a um processo de seletividade amostral, ou seja, se estimado conjuntamente para amostra que inclui migrantes intermunicipais e não migrantes, pois os migrantes podem ser, em média, positivamente selecionados em atributos produtivos não observados. Isso se deve ao fato de que os migrantes são indivíduos menos avessos ao risco e mais empreendedores do que os indivíduos que decidem permanecer no local de nascimento (CHISWICK, 1999; SANTOS JÚNIOR; MENEZES FILHO; FERREIRA, 2005). Logo, admitindo a variável indicadora y_{2i} de modo que se $y_{2i} = 1$ o indivíduo é migrante intermunicipal e se $y_{2i} = 0$ o trabalhador é não migrante, é possível mostrar que o valor esperado do erro em (3.1) dada a condição de migração não é zero – $E(\varepsilon_1|y_{2i} = 1) \neq 0$ (WOOLDRIDGE, 2002). Assim, a relação entre a experiência de migração e movimento pendular pode ser espúria, e o modelo *probit* possivelmente apresentará coeficientes tendenciosos, relacionados, por exemplo, a atitude individual em relação ao risco ou até mesmo o talento inato dos indivíduos (MARCHETTA, 2012).

3.3.2 Determinação conjunta da migração e da realização do movimento pendular

Conforme reportado acima, características não observáveis que afetam a decisão de migrar dos trabalhadores também podem influenciar as chances de realizar o deslocamento casa-trabalho. Conseqüentemente, o modelo (1) apresentará interdependência causada por viés

¹⁴ A utilização de informações referentes aos indivíduos que realizam movimentos intermunicipais deve-se ao fato de que esse é exatamente o grupo específico que a literatura explora para compreender melhor os atributos daqueles indivíduos que decidem trabalhar em local distinto ao de residência (AXISA; NEWBOLD; SCOTT, 2012; AXISA; SCOTT; NEWBOLD, 2012; PAPANIKOLAOU, 2006; SO; ORAZEM; OTTO, 2001; VAN OMMEREN; DARGAY, 2006).

de seleção amostral, o que torna seus parâmetros estimados inconsistentes (PIRACHA; VADEAN, 2009).

O viés pode se dar de diferentes formas de interação entre fatores não observáveis e as chances de realização do movimento pendular (resultado): se os migrantes são positivamente selecionados em habilidades inatas, isso pode influenciar o efeito estimado da migração (tratamento) sobre a mobilidade pendular (resultado); também se os migrantes são mais propensos ao risco, comparativamente aqueles indivíduos que não tiveram contato com a experiência de migração, eles podem também ser mais propensos a assumir os riscos inerentes a ocupar postos de trabalho que exigem que estes ultrapassem barreiras intermunicipais. Esse fenômeno origina, como ressaltado, um problema de endogeneidade: a variável experiência de migração pode ser correlacionada com o termo erro estocástico na Equação (3.1).

Para superar o possível viés de endogeneidade utiliza-se um modelo *probit* bivariado recursivo, onde a probabilidade de fazer o movimento pendular e a probabilidade de ter uma experiência de migração são determinados simultaneamente (MADDALA, 1983; MARCHETTA, 2012; MONFARDINI; RADICE, 2008). A estrutura recursiva se baseia em uma equação na forma reduzida para a *dummy* potencialmente endógena e uma segunda equação na forma estrutural determinando o resultado de interesse. Tal modelo, na presente análise, será composto por um sistema de duas equações: uma referente a probabilidade de realização do deslocamento pendular, tal como em (3.1), e outra equação relativa a probabilidade de um indivíduo ser ou não migrante controlando suas características individuais. Resumidamente:

$$y_{1i}^* = \beta_1' x_{1i} + \alpha y_{2i}^* + \varepsilon_{1i} \quad (3.2)$$

$$y_{2i}^* = \beta_2' z_{2i} + \varepsilon_{2i} \quad (3.3)$$

A Equação (3.2) do sistema apresenta as mesmas características descritas para Equação (3.1), onde i indexa cada observação na amostra; y_{1i}^* e y_{2i}^* são variáveis latentes, y_{1i} e y_{2i} são variáveis dicotômicas observadas de acordo com a regra:

$$\begin{cases} y_{vi} = 1 & \text{se } y_{li}^* > 0 \\ y_{vi} = 0 & \text{se } y_{li}^* \leq 0 \end{cases} ; v = 1,2$$

A Equação (3.3) do sistema (3.2)-(3.3) permite examinar quais fatores são determinantes da decisão de migrar. Assume-se que o trabalhador opta pela migração se o benefício esperado for positivo, isto é, $y_{2i} = 1$ caso $y_{2i}^* > 0$ e, não migra caso contrário, $y_{2i} = 0$ para $y_{2i}^* < 0$. Como foi mencionado, y_{1i}^* e y_{2i}^* são variáveis contínuas latentes que captam

os benefícios esperados provenientes, respectivamente, do movimento pendular (resultado) e da migração (tratamento); β_1 e β_2 são vetores de parâmetros a serem estimados; α é um parâmetro que determina o efeito do tratamento, isto é, o impacto da condição de migrante sobre a realização do deslocamento pendular; x_{1i} , tal como na Equação (3.1), é um vetor de variáveis exógenas que representam características socioeconômicas, domiciliares e de localização no sistema (3.2)-(3.3); z_{2i} é um vetor de variáveis explicativas que engloba x_{1i} e ao menos uma variável que não esteja também presente na matriz x_{1i} , isto é, ao menos uma variável em z_{2i} deve ser diretamente correlacionada com y_2^* (restrição por exclusão)¹⁵; ε_{1i} e ε_{2i} são os termos de erro aleatório correlacionados e que seguem distribuição normal com média zero e variância unitária.

No sentido de melhorar a identificação do modelo, será imposta uma restrição por exclusão, usando a taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside em 2010 referente à década de nascimento do mesmo, somente no vetor z_{2i} da equação de migração. A utilização da taxa de crescimento populacional na década/ano de nascimento dos indivíduos mostra-se uma *proxy* para o tamanho do grupo que enfrentará o mercado de trabalho. Como a escolha de migrar é influenciada, dentre outros fatores, também pelo tamanho das coortes que entram no mercado de trabalho, ponderando-se questões de oferta e demanda de emprego nas distintas localidades, coortes maiores usualmente levam a um aumento da taxa de desemprego, que, por conseguinte, eleva os incentivos à realização da emigração (MARCHETTA, 2012). Seguindo esse raciocínio, pode-se esperar que quanto maior a taxa de taxa de crescimento populacional no município de destino B na década de nascimento do indivíduo A , menos incentivos A teria de migrar para o município B na sua idade economicamente ativa, dada a maior quantidade de pessoas de mesma faixa etária demandando trabalho, *ceteris paribus*¹⁶.

O tamanho e faixa etária do grupo que entra no mercado de trabalho pode ter um impacto sobre a taxa de desemprego, então é possível que essa influência afete também a chance de

¹⁵ A restrição por exclusão, ou seja, a presença de pelo menos uma variável que determine a decisão de migrar, mas não a decisão pelo deslocamento pendular, deve ser imposta para melhorar a identificação do modelo, dado que os termos estocásticos em (2.2) e (2.3) são correlacionados e y_{2i} é um regressor endógeno em (2.2). Caso a restrição de exclusão não seja estabelecida, z_{2i} e ε_{1i} serão ditos endógenos e, conseqüentemente, as relações estruturais do modelo possivelmente serão perdidas (MONFARDINI; RADICE, 2008). O modelo de base requer que z_{2i} , x_{1i} , ε_{1i} e ε_{2i} sejam independentes. Contudo, ε_{1i} e ε_{2i} são correlacionados devido a suposta interdependência entre a decisão de migrar e o tempo de deslocamento pendular.

¹⁶ Deve-se ressaltar que as implicações de base dessa hipótese são bastante fortes, dado que, se no município B a população cresceu muito na década em que A nasceu, isso não significa necessariamente que o indivíduo A se defrontará com toda essa população no mercado de trabalho. Porém, isso é ponderado quando assumido que tudo mais permanece constante.

realização do deslocamento pendular condicionada à não migração. Nessa situação, a restrição de exclusão seria violada, por isso é importante testar a relevância dessa violação, ou seja, é preciso observar se a taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside referente à década de nascimento do mesmo afeta de maneira estatisticamente significativa a decisão de realizar o deslocamento pendular condicionada à condição de migrante.

A imposição de uma restrição de exclusão pode ajudar na obtenção de estimativas mais robustas (MONFARDINI; RADICE, 2008). Nesse contexto, a condição de exogeneidade é expressa em termos do coeficiente de correlação ρ , que pode ser interpretado como a correlação linear entre as variáveis não observáveis e as dependentes. Ou seja, quando $\rho = 0$, y_{2i} e ε_{1i} são não correlacionadas e y_{2i} é exógena para a primeira equação do sistema (3.2)-(3.3). Caso contrário, $\rho \neq 0$ implica que y_{2i} está correlacionada com ε_{1i} e, por conseguinte, é endógena. Isso conduz à definição das seguintes hipóteses nula e alternativa, respectivamente: $H_0: \rho = 0$ e $H_1: \rho \neq 0$. A hipótese nula será tratada como a hipótese de exogeneidade, que precisa ser testada. Monfardini e Radice (2008) sugerem que a condição de exogeneidade seja avaliada sempre que estimativas simultâneas são realizadas.

Mesmo tratado da maneira mais eficiente possível o problema da identificação de efeitos causais e parâmetros estruturais, ainda assim o modelo *probit* bivariado recursivo baseia-se na forte hipótese de normalidade de distribuição conjunta, o que na prática pode não ser válida, tornando as estimativas obtidas inconsistentes. Diante disso, introduz-se a abordagem de estimação do modelo *probit* bivariado baseado em funções cópulas¹⁷. Essa estratégia permite estimar, de forma mais flexível, o efeito da experiência de migração sobre as chances individuais de realização do movimento pendular.

3.3.3 Relaxando a Hipótese de Normalidade: *Probit* Bivariado baseado em Cópulas

Mensurar o efeito da condição individual de migrante (que pode ser entendido como um “tratamento”) sobre a realização do deslocamento pendular (definido como um “resultado”) não é uma tarefa trivial, devido à existência de variáveis não observáveis associadas simultaneamente, tanto ao tratamento, como ao resultado. Este problema de endogeneidade representa uma forte limitação para a utilização dos métodos clássicos de análise, dada à

¹⁷ O termo “cópula” é usado na estatística para definir as aplicações que copulam funções de distribuição multivariadas às suas funções de distribuição univariadas e extraem a estrutura de dependência da função de distribuição multivariada (NELSEN, 2006). As estimações em cópulas são uma ferramenta muito forte na modelagem de dados onde a dependência entre as variáveis aleatórias é importante e a suposição de normalidade precisa ser avaliada.

possibilidade de resultarem em estimativas inconsistentes do efeito de interesse. Além disso, como ressalta Radice, Marra e Wojtys (2013), o tratamento e o resultado em uma análise desse tipo podem estar associados de forma não linear, por exemplo. Assim, é possível que hajam assimetrias e concentração de probabilidade nas caudas, tal que uma medida linear de associação não seria capaz de captar.

Winkelmann (2012) é pioneiro no uso da teoria de cópulas para análise dos modelos de resposta binária bivariado com variável endógena. O autor apresentou modificações na análise convencional, mantendo a hipótese de normalidade nas distribuições marginais e introduziu a dependência não normal (distribuição conjunta) através do uso de funções cópulas. Em uma análise em cópula do modelo *probit* bivariado para o efeito do *status* de seguros sobre a ausência de despesas com cuidados de saúde em ambulatorios, o autor percebeu que um modelo baseado em distribuição conjunta não normal se ajustou melhor aos dados utilizados.

Radice, Marra e Wojtys (2013) também apresentaram uma estrutura para estimar o efeito que um tratamento binário tem sobre um resultado binário na presença de endogeneidade e de dependência não linear entre o tratamento e resultado. O método foi aplicado a um estudo de caso que utiliza dados de painel da Pesquisa de Despesas Médicas e cujo objetivo foi estimar o efeito de ter seguro de saúde privado na probabilidade de uso de serviços de saúde. A dependência não linear entre o tratamento e o resultado foi tratada por meio da utilização de funções cópulas.

Neste estudo, segue-se as abordagens de Radice, Marra e Wojtys (2013) e Winkelmann (2012) para analisar a determinação da condição de migrante sobre a realização do deslocamento pendular. Neste sentido, define-se as variáveis observáveis aleatórias (y_{1i}, y_{2i}) , para $i = 1, \dots, n$, de modo que $y_{vi} \in \{0,1\}$ para $v = 1,2$ e n é o tamanho da amostra. A variável y_{1i} refere-se a realização do deslocamento pendular (resultado), enquanto a variável y_{2i} diz respeito a realização da migração (tratamento). A função de distribuição acumulada conjunta do evento $(y_{1i} = 1, y_{2i} = 1)$ pode ser definida usando a representação de cópula, isto é, a distribuição conjunta é expressa em termos de distribuições marginais (normais) e uma função cópula C que as une:

$$\mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 1) = C(\mathbb{P}(y_{1i} = 1), \mathbb{P}(y_{2i} = 1); \theta) \quad (3.4)$$

Na equação acima, tem-se que $\mathbb{P}(y_{1i} = 1) = \Phi(-\beta'_1 x_{1i} - \alpha y_{2i}^*)$, $\mathbb{P}(y_{2i} = 1) = \Phi(-\beta'_2 z_{2i})$ e $\Phi(\cdot)$ é a função de distribuição acumulada normal univariada padrão, C é uma função cópula bidimensional e θ é um parâmetro de associação chave da presente análise, pois

mede a dependência conjunta entre as distribuições marginais $\mathbb{P}(y_{2i} = 1)$ e $\mathbb{P}(y_{1i} = 1)$. Neste caso, a distribuição conjunta pode pertencer a diferentes famílias de distribuição. As probabilidades conjuntas do modelo *probit* bivariado baseado em cópulas, portanto, dependem da cópula selecionada. Essa abordagem de estimação permite analisar as distribuições marginais e a dependência entre elas como dois domínios distintos, porém relacionados (RADICE; MARRA; WOJTYS, 2013).

Existem diferentes classes de cópulas com distintos critérios de agrupamentos. Tais critérios estão associados às características particulares das cópulas. As famílias de cópulas mais usadas são as cópulas Elípticas e as cópulas *Arquimedianas*. Em síntese, as cópulas Elípticas são aquelas de distribuições elípticas, tais como a cópula *Gaussiana*, que é uma extensão da distribuição normal, e a *Student-t*. Já as cópulas *Arquimedianas* são atreladas a uma função geradora contínua, estritamente decrescente e convexa. Algumas famílias de cópula *Arquimediana* são as cópulas *Gumbel*, *Frank*, *Clayton* e *Joe*¹⁸.

As funções cópulas são usadas para modelar distintas estruturas de distribuição bivariada conjunta. No presente estudo, são consideradas as seguintes famílias usuais de funções cópulas: *Clayton*, *Frank*, *Gaussiana*, *Gumbel*, *Joe* e *Student-t*. A Tabela 3.1 mostra as características das funções cópulas que serão analisadas, bem como os intervalos dos coeficientes de associação θ .

Tabela 3.1 – Características de funções cópulas selecionadas

| Cópula | Forma funcional $C(u, v; \theta)$ | Intervalo de parâmetros |
|------------------|---|--|
| <i>Gaussiana</i> | $\Phi_2(\Phi^{-1}(u), \Phi^{-1}(v); \theta)$ | $\theta \in [-1, 1]$ |
| <i>Student-t</i> | $t_{2g}(t_g^{-1}(u), t_g^{-1}(v); \theta)$ | $\theta \in [-1, 1]$, $g \in (2, \infty)$ |
| <i>Frank</i> | $\theta^{-1} \log[1 + (e^{-\theta u} - 1)(e^{-\theta v} - 1)/(e^{-\theta} - 1)]$ | $\theta \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$ |
| <i>Clayton</i> | $(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{-\frac{1}{\theta}}$ | $\theta \in (0, \infty)$ |
| <i>Joe</i> | $1 - [(1 - u)^\theta + (1 - v)^\theta - (1 - u)^\theta(1 - v)^\theta]^{\frac{1}{\theta}}$ | $\theta \in (1, \infty)$ |
| <i>Gumbel</i> | $\exp\left\{-\left[(-\log u)^\theta + (-\log v)^\theta\right]^{\frac{1}{\theta}}\right\}$ | $\theta \in (0, \infty)$ |

Fonte : Radice, Marra e Wojtys (2013).

Notas: Φ_2 é função de densidade acumulada normal bivariada padrão com coeficiente de correlação θ ; Φ^{-1} é a inversa da função acumulada normal padrão; t_{2g} é a função de densidade acumulada *Student-t* padrão com coeficiente de correlação θ e grau de liberdade g ; t_g^{-1} é a inversa da função de densidade acumulada *Student-t* univariada com grau de liberdade g ; u e v são distribuições marginais.

Alguns pontos merecem destaque na Tabela 3.1. O primeiro diz respeito a cópula *Gaussiana*, pode-se perceber que esta recupera o modelo *probit* bivariado padrão, de modo que

¹⁸ Para mais detalhes sobre estimações em cópulas ver Brechmann e Schepsneier (2013), Radice, Marra e Wojtys (2013), Winkelmann (2012) e Nelsen (2006).

o θ representa o coeficiente de correlação entre as distribuições marginais u e v (WINKELMANN, 2012). O outro ponto é referente a cópula *Student-t*, nesta o parâmetro g é responsável por controlar a concentração de probabilidade nas caudas da distribuição, de tal forma que a cópula *Student-t* se aproxima da cópula *Gaussiana* quanto maior o grau de liberdade g . Ademais, é possível notar que o coeficiente θ apenas é interpretável e bem definido, $\theta \in [-1; 1]$, para as cópulas *Gaussiana* e *Student-t*. Nas demais cópulas, θ pode captar apenas dependência positiva.

Por outro lado, versões de cópulas *Arquimedianas* com rotações podem capturar dependência negativa. Por exemplo, cópulas com rotações 90 e 270 graus permitem a modelagem da dependência negativa na distribuição conjunta, o que não é possível para todas as versões de cópulas não rotacionadas e rotacionadas em 180 graus. Assim, o parâmetro de associação, θ , para as cópulas rotacionadas em 90 e 270 graus está em uma escala negativa¹⁹.

Em razão de dificuldades de interpretação do coeficiente θ , usualmente adota-se o coeficiente τ de *Kendall*, uma vez que para cada cópula, há uma relação matemática entre θ e τ ²⁰. O coeficiente τ de *Kendall* também é uma medida de associação, porém se situa no intervalo tradicional de -1 a $+1$, tal que $\tau = 0$ indica independência entre variáveis aleatórias modeladas na cópula. Quanto mais próximo τ estiver de -1 , mais forte será a associação negativa entre variáveis de análise e, por outro lado, valores mais próximos de $+1$ indicam forte dependência positiva. Nas cópulas *Gaussiana*, *Student-t* e *Frank*, o τ pode capturar diretamente estruturas de dependência positiva e negativa, enquanto nas cópulas *Clayton*, *Gumbel* e *Joe*, apenas capturam dependência negativa nas suas versões rotacionadas em 90° ou 270°.

No intuito de ilustrar as características e assimetrias capturadas por diferentes cópulas, a Figura 3.1 apresenta curvas de nível simuladas para cópulas selecionadas. Fica perceptível que as cópulas *Gaussiana* e *Frank* apresentam fraca concentração de probabilidade nas suas caudas e, além disso, uma análise comparativa entre as cópulas *Gaussiana* e *Frank* permite notar que cópula *Frank* apresenta maior dependência no meio de sua distribuição. A cópula *Student-t* caracteriza-se por uma forte dependência nas caudas. As cópulas com estrutura assimétrica são as *Clayton*, *Joe* e *Gumbel*, todas com forte concentração de probabilidade em uma das suas caudas. Avaliando, por exemplo, a cópula *Joe*, esta tem forte (fraca) dependência na cauda superior (inferior). Raciocínio análogo se estende para as cópulas *Clayton* e *Gumbel*.

¹⁹ Conforme mostram Brechmann e Schepsneier (2013), versões de cópulas rotacionadas respectivamente para, 90, 180 e 270 graus, podem ser obtidas por: $C_{90}(u_i, v_i) = v_i - C(1 - u_i, v_i)$, $C_{180}(u_i, v_i) = u_i + v_i - 1 - C(1 - u_i, 1 - v_i)$ e $C_{270}(u_i, v_i) = u_i - C(u_i, 1 - v_i)$, onde $u_i = \mathbb{P}(y_{1i} = 1)$ e $v_i = \mathbb{P}(y_{2i} = 1)$.

²⁰ Ver Nelsen (2006).

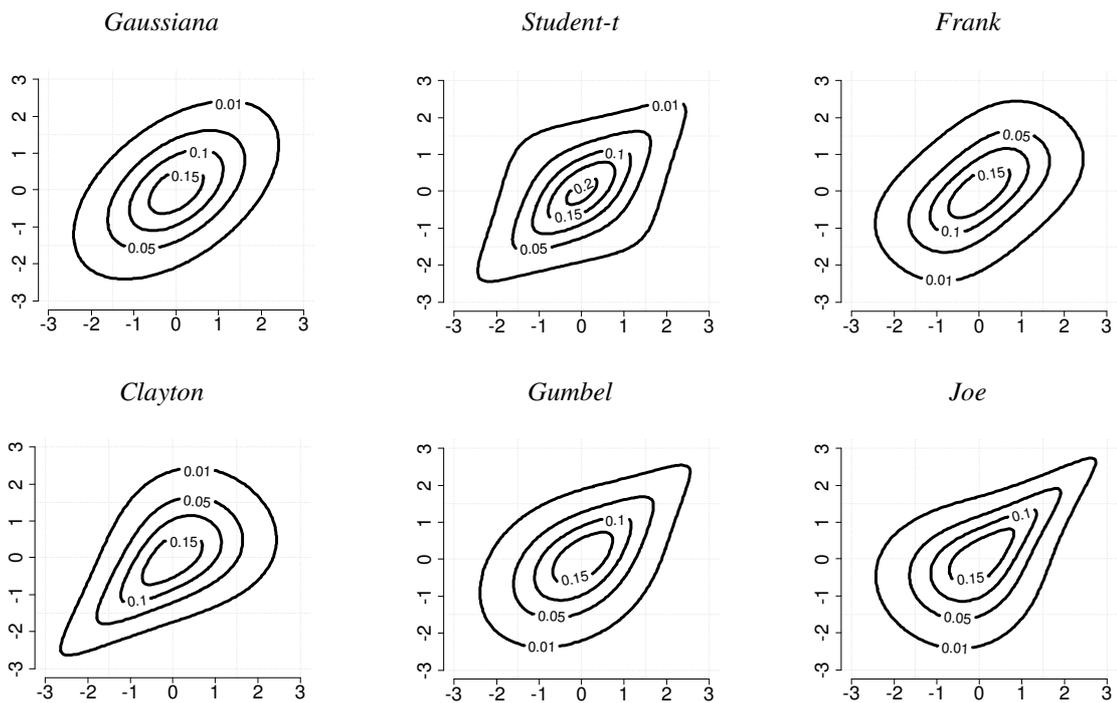


Figura 3.1 – Curvas de nível de diferentes funções cópulas

Fonte: Elaboração própria.

Notas: Dados simulados considerando variáveis aleatórias com distribuição marginal normal padrão e τ de Kendall igual a 0,33. Na cópula *Student-t* foi considerado grau de liberdade $g = 3$.

Adicionalmente, também devem ser observadas as versões rotacionadas das cópulas *Clayton*, *Gumbel* e *Joe*, ou seja, para cada uma dessas cópulas devem ser consideradas as rotações em 90° (C_{90}), 180° (C_{180}) e 270° (C_{270}). De forma ilustrativa, a Figura 3.2 mostra exatamente as curvas de níveis de cópulas *Joe* rotacionadas em 0° , 90° , 180° e 270° . Tal como para as cópulas do parágrafo anterior, nas cópulas rotacionadas as dependências nas caudas apresentam uma interpretação similar, de modo que observando, a exemplo, a cópula *Joe* rotacionada em 180° , esta apresenta forte (fraca) dependência na cauda inferior (superior).

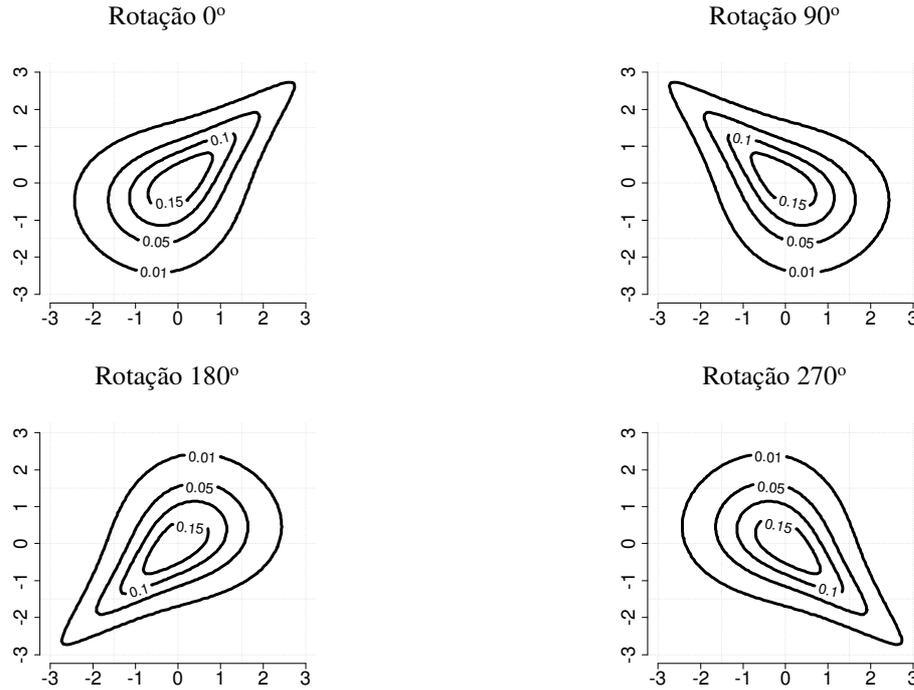


Figura 3.2 – Curvas de nível de cópulas *Joe* com rotações

Fonte: Elaboração própria.

Notas: Dados simulados considerando variáveis aleatórias com distribuição marginal normal padrão e τ de Kendall igual a 0,33 para dependência positiva e -0,33 para dependência negativa. Cópulas *Clayton* e *Gumbel* com rotações podem ser representadas seguindo a mesma intuição usada na Figura em destaque.

Dada essa breve exposição sobre a abordagem de cópulas, cabe lembrar que o modelo (3.2)-(3.3) pode ser estimado, na referida abordagem, a partir da maximização da seguinte função de log-verossimilhança (RADICE; MARRA; WOJTYS, 2013):

$$\ell = \sum_{i=1}^n \{y_{1i}y_{2i} \log \mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 1) + y_{1i}(1 - y_{2i}) \log \mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 0) + (1 - y_{1i})y_{2i} \log \mathbb{P}(y_{1i} = 0, y_{2i} = 1) + (1 - y_{1i})(1 - y_{2i}) \log \mathbb{P}(y_{1i} = 0, y_{2i} = 0)\} \quad (3.5)$$

onde $\mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 0) = \mathbb{P}(y_{1i} = 1) - \mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 1)$, $\mathbb{P}(y_{1i} = 0, y_{2i} = 1) = \mathbb{P}(y_{2i} = 1) - \mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 1)$ e $\mathbb{P}(y_{1i} = 0, y_{2i} = 0) = 1 - [\mathbb{P}(y_{1i} = 1) + \mathbb{P}(y_{2i} = 1) - \mathbb{P}(y_{1i} = 1, y_{2i} = 1)]$.

Formalmente, a estimação do modelo (3.2)-(3.3) por Máxima Verossimilhança não exige restrição por exclusão, porém a presença da referida pode ajudar a identificar o efeito do tratamento sobre o resultado²¹ (RADICE; MARRA; WOJTYS, 2013).

²¹ Todavia, conforme já destacado na subseção anterior, a identificação dos parâmetros estruturais do modelo em destaque requer que uma restrição por exclusão, de maneira que as covariadas que compõem a equação de tratamento (3.3) devem conter ao menos uma variável não incluída na equação de resultado.

Seguindo Radice, Marra e Wojtys (2013), deve ser selecionada a função cópula que melhor se ajusta ao modelo (3.2)-(3.3) através dos critérios de informação de *Akaike* (AIC) e de *Schwarz* (BIC)²². Assim, os modelos com menores valores das estatísticas AIC e/ou BIC devem ser preferidos, em detrimento daqueles com maiores valores. Adicionalmente, conforme sugerido por Brechmann e Schepsneier (2013), são aplicados testes baseados em razões de log-verossimilhança, mais especificadamente, o teste de *Vuong* e o teste de *Clarke*. Tais testes tem o intuito de reforçar a discriminação entre as diferentes cópulas, em outras palavras, os testes de *Vuong* e o de *Clarke* mostram essencialmente a “distância” entre dois modelos baseados em diferentes cópulas. Para o teste de *Vuong*, assume-se a hipótese nula de que não há diferença estatísticas entre os dois modelos que estão sendo avaliados, isto é $H_0: E(q_i) = 0 \forall i = 1, \dots, n$, sob o nível de significância estatística ξ . Assim, o referido teste é dado por:

$$V = \frac{\hat{\ell}_1 - \hat{\ell}_2 - \left[\frac{k_1 - k_2}{2} \log(n) \right]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}} \rightarrow N(0,1) \quad (3.6)$$

A estatística de teste V segue uma distribuição normal padrão. Os termos $\hat{\ell}_1$ e $\hat{\ell}_2$ são os valores otimizados das funções de log-verossimilhança para os modelos com distintas estruturas de cópulas que estão competindo, a saber modelos 1 e 2; k_1 e k_2 são graus de liberdade das estimações dos respectivos modelos 1 e 2; e a diferença de verossimilhança por observação é $q_i = \hat{\ell}_{1i} - \hat{\ell}_{2i}$. O critério de aceitação/rejeição dos modelos concorrentes no teste de *Vuong* segue que se $V > \Phi^{-1}\left(1 - \frac{\xi}{2}\right)$ o modelo 1 é preferível ao modelo 2, caso contrário, ou seja $|V| < \Phi^{-1}\left(1 - \frac{\xi}{2}\right)$, o modelo 2 é preferível ao modelo 1. Diz-se que o teste em foco não é capaz de discriminar os modelos, caso a hipótese nula não possa ser rejeitada, isto é $|V| \leq \Phi^{-1}\left(1 - \frac{\xi}{2}\right)$.

O teste de *Clarke* também pressupões a hipótese nula de ausência de diferença estatística entre os dois modelos concorrentes. Porém, esse teste, por sua vez, apresenta a estatística B de teste calculada por:

$$B = \sum_{i=1}^n \mathbf{1}\left(q_i - \left\{ \frac{k_1 - k_2}{2n} \log(n) \right\}\right) \rightarrow Bin(n, 0,5) \quad (3.7)$$

²² Ver Radice, Marra e Wojtys (2013).

No teste de *Clarke* estatística de teste B segue uma distribuição binomial com valor esperado igual a $E(B) = \frac{n}{2}$; os modelos equivalentes em termos de razões de log-verossimilhança são assumidos como tendo mais de 50% de tais razões maiores que zero; e $\mathbf{1}(\cdot)$ é uma função indicadora. O critério de aceitação/rejeição é que se B é estatisticamente maior que $\frac{n}{2}$, o modelo 1 deve ser preferido ao modelo 2, caso contrário, se B é estatisticamente menor que $\frac{n}{2}$, o modelo 2 é preferido ao modelo 1. Ademais, na situação em que B não é estatisticamente diferente de $\frac{n}{2}$, a hipótese nula não poderá ser rejeitada, sinalizando a ausência de discriminação entre os distintos modelos em cópulas avaliados (RADICE; MARRA; WOJTYS, 2013).

A hipótese básica que pretende-se avaliar é se a condição de migrante dos indivíduos afeta em alguma medida a probabilidade destes realizarem o deslocamento pendular para trabalho. Colocando de outro modo, deseja-se observar empiricamente o efeito do tratamento y_{2i} sobre a probabilidade de resposta $\mathbb{P}(y_{1i} = 1 | y_{2i})$.

O efeito do tratamento é dado pela diferença entre o resultado esperado quando o tratamento ocorre e o resultado esperado na situação em que o tratamento não ocorre. Assim, o impacto médio da condição de migrante sobre a realização do deslocamento pendular – efeito médio de tratamento (ATE) – pode ser estimado pela média amostral da diferença de probabilidades condicionadas seguinte (RADICE; MARRA; WOJTYS, 2013):

$$ATE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbb{P}(y_{1i} = 1 | y_{2i} = 1, x_i, z_i) - \mathbb{P}(y_{1i} = 1, | y_{2i} = 0, x_i, z_i) \quad (3.8)$$

Onde as probabilidades condicionadas individuais são $\mathbb{P}(y_{1i} = 1 | y_{2i} = 1, x_i, z_i) = \frac{c(\Phi(-\beta'_1 x_{1i} - \alpha), \Phi(\beta'_2 z_2); \theta)}{\Phi(\beta'_2 z_2)}$ e $\mathbb{P}(y_{1i} = 1 | y_{2i} = 0, x_i, z_i) = \frac{\Phi(-\beta'_1 x_{1i}) - c(\Phi(-\beta'_1 x_{1i}), \Phi(\beta'_2 z_2); \theta)}{1 - \Phi(\beta'_2 z_2)}$.

O ATE, no presente estudo, estima o impacto da experiência passada de migração sobre a realização do deslocamento pendular. Tal impacto pode ainda ser estimado por duas medidas alternativas: o efeito médio do tratamento sobre o grupo tratado (ATT), que estima o referido impacto considerando apenas a amostra de migrantes, e o efeito médio do tratamento sobre o grupo não tratado (ATNT), este, por sua vez, considera apenas a amostra de não migrantes. Assim:

$$ATT = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \mathbb{P}(y_{1i} = 1 | y_{2i} = 1, x_i, z_i) - \mathbb{P}(y_{1i} = 1, | y_{2i} = 0, x_i, z_i) \quad (3.9)$$

$$ATNT = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \mathbb{P}(y_{1i} = 1 | y_{2i} = 1, x_i, z_i) - \mathbb{P}(y_{1i} = 1, | y_{2i} = 0, x_i, z_i) \quad (3.10)$$

Vale notar que, nas Equações (3.9) e (3.10), m é o total de migrantes intermunicipais e s é o total de não migrantes intermunicipais da amostra.

3.4 BASE DE DADOS E SELEÇÃO AMOSTRAL

No presente estudo, foram utilizados os microdados do Censo Demográfico 2010 focando nas informações referentes aos residentes da Região Metropolitana do Recife. A definição de migrante intermunicipal adotada é a de migrante por data fixa, ou seja, engloba aqueles indivíduos que, há cinco anos, encontravam-se morando em um município distinto daquele declarado na data da entrevista do Censo. A utilização dessa definição permite identificar migrantes intermunicipais durante o quinquênio 2005-2010. Já o não migrante, é o indivíduo que nasceu e sempre morou no município recenseado.

A identificação do indivíduo que realiza o deslocamento pendular (*commuter*) foi baseada na realização do trajeto unidirecional casa-trabalho. Dessa forma, foram considerados *commuters* aqueles que cruzam as fronteiras territoriais municipais para trabalhar, e os não *commuters* são aqueles que trabalham dentro do município em que residem. É importante ressaltar que a análise restringe-se ao ambiente intrametropolitano, logo apenas são considerados os indivíduos da Região Metropolitana do Recife, no que tangencia, tanto o local de residência, como o local de trabalho²³.

A amostra selecionada inclui apenas indivíduos chefes de domicílio que declararam estar trabalhando (informou sua ocupação) na semana de referência do Censo, brasileiros natos e com idade entre 25 e 65 anos. Essa seleção amostral visa evitar a inclusão de aposentados, migrantes agregados (que acompanham outros migrantes – idosos e crianças) e filtrar a população que apenas trabalha e que tem condições de decidir sobre migração e mobilidade pendular²⁴. Fica evidente que o movimento pendular, por essa perspectiva, está relacionado à

²³ Foram excluídos da amostra aqueles que declararam realizar o movimento pendular para países estrangeiros.

²⁴ Também foram excluídos da amostra aqueles que declararam possuir alguma deficiência, objetivando não incorrer em viés atrelados a dificuldade de locomoção.

mobilidade urbana da classe trabalhadora. A amostra final foi constituída por 14.327 trabalhadores residentes da Região Metropolitana do Recife.

A partir dos dados do Censo Demográfico de 2010, foi selecionado um conjunto de variáveis explicativas para a posterior análise empírica, a saber: gênero, raça, idade, idade ao quadrado, faixa de instrução, presença de cônjuge, número de filhos no domicílio por faixa etária, número de aposentados/pensionistas no domicílio, setor de residência, município de residência, experiência de migração intermunicipal e variáveis binárias por município de residência na RMR²⁵. Vale ressaltar que a seleção das referidas variáveis é consistente com outros estudos na literatura especializada (AXISA; SCOTT; NEWBOLD, 2012; PAPANIKOLAOU, 2006; ROUWENDAL; RIETVELD, 1994; VAN OMMEREN; DARGAY, 2006). O Quadro A3.1, no apêndice, apresenta uma descrição detalhada de cada variável selecionada.

Também foram extraídos dados do IPEADATA referentes a população total residente dos municípios brasileiros, fornecidos pelo IBGE. Com tais dados, tornou-se possível a construção da variável de determinação da migração (excluída da equação de mobilidade pendular): a taxa de crescimento da população municipal por década de 1920 a 2010. As taxas de crescimento populacional por municípios e décadas foram associadas a década de nascimento e município de residência em 2010 de cada trabalhador selecionado na amostra. Destarte, tal variável torna-se uma *proxy* do tamanho da coorte de trabalhadores que podem concorrer diretamente a vagas de emprego com o indivíduo típico no mercado de trabalho da RMR.

Poucos estudos analisaram os fluxos pendulares a partir de uma abordagem empírica no Brasil. Consequentemente, não existe um quadro objetivo e concreto de inter-relações esperadas. No contexto internacional, os trabalhos que examinaram os deslocamentos pendulares, procurando identificar os determinantes das distâncias percorridas nesses movimentos, obtiveram relações interessantes do ponto de vista prático (Quadro 3.1). Porém, deve-se ter muito cuidado ao expandir tais expectativas de resultados para as informações brasileiras, dada às fortes disparidades existentes entre o ambiente urbano nacional e o estrangeiro.

²⁵ Outra variável coletada foi a renda domiciliar *per capita*. No entanto, ela apenas foi usada na análise estatística por possíveis problemas de endogeneidade no modelo empírico.

Quadro 3.1. Relações esperadas com a realização do deslocamento pendular

| CARACTERÍSTICAS | VARIÁVEIS | CORRELAÇÃO ESPERADA | REFERÊNCIAS |
|----------------------------|--|---------------------|--|
| Condição de Migrante | Migrante de data fixa | + | Axisa, Newbold e Scott (2012a) |
| Individuais e Domiciliares | Idade | - | Axisa, Newbold e Scott (2012a); Van Ommeren, Rietveld e Nijkamp (1997) |
| | Sexo (masculino) | + | |
| | Estado civil (casado) | + | |
| | Ter filhos (idade da criança mais nova) | - | Axisa, Newbold e Scott (2012a) |
| | Renda familiar <i>per capita</i> | + | |
| | Anos de estudo (<i>proxy</i> para grau de escolaridade) | + | Rouwendale Rietveld (1994) |
| Localização | Domicílio rural (<i>proxy</i> para grau de ruralidade) | + | Axisa, Newbold e Scott (2012a); Papanikolaou (2006) |

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3.2 registra a distribuição da população ocupada não pendular e pendular por ocupação exercida, ou seja, trata-se da distribuição por ocupação da amostra que será analisada no modelo empírico. Foram realizados testes *t-student* para diferenças de médias entre não pendulares e pendulares. Destaca-se o fato de que cerca de 74,5% dos indivíduos pendulares são empregados com carteira assinada e o diferencial dessa proporção em relação aqueles não pendulares é estatisticamente significativa. Também nota-se a pequena participação dos indivíduos empregados sem carteira assinada entre os pendulares. Outro diferencial relevante é o atrelado aos indivíduos que trabalham por conta própria, nota-se que estes são bem mais participativos dentro do grupo de não pendulares. Fato este que, quando analisado em conjunto com a menor participação percentual dos empregados sem carteira assinada na força de trabalho pendular, sugere que a mobilidade pendular na RMR parece estar associada à existência de empregos formais.

Tabela 3.2 – Distribuição de trabalhadores não pendulares e pendulares por condição de ocupação (%) – RMR, 2010

| Ocupação | Não Pendular | Pendular | Diferença | Total |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------|-------|
| Empregado com carteira assinada | 51,01 | 74,53 | -23,52*** | 57,26 |
| Militar | 1,01 | 1,79 | -0,78*** | 1,21 |
| Funcionário público | 4,48 | 4,49 | -0,01 | 4,48 |
| Empregado sem carteira assinada | 17,35 | 10,77 | 6,58*** | 15,60 |
| Conta própria | 23,67 | 7,75 | 15,92*** | 19,44 |
| Empregador | 2,25 | 0,66 | 1,60*** | 1,83 |
| Não remunerado | 0,23 | 0,03 | 0,20** | 0,17 |
| Total | 100 | 100 | | 100 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Nota: ***Estatisticamente significativa a 1%. **Estatisticamente significativa a 5%. *Estatisticamente significativa a 10%.

Observando a distribuição da população economicamente ativa não pendular e pendular, de maneira mais restrita, por ramo de atividade, o setor de indústria de transformação seguido por serviços administrativos são os que apresentam maiores diferenças de proporções para os pendulares, no sentido de que esses últimos possuem maiores proporções estatisticamente significativas em comparação com os não pendulares (Tabela 3.3). Apesar disso, as maiores proporções dos indivíduos que realizam deslocamentos pendulares encontra-se alocada nos ramos de atividade de comércio (16,86%), indústria de transformação (13,73%) e construção (10,14%).

Tabela 3.3 – Distribuição de trabalhadores não pendulares e pendulares por atividade exercida (%) – RMR, 2010

| Ramo de Atividade | Não Pendular | Pendular | Diferença | Total |
|-------------------------------|--------------|----------|-----------|-------|
| Agrícola | 2,45 | 0,89 | 1,56*** | 2,04 |
| Indústria Extrativas | 0,12 | 0,18 | -0,06 | 0,14 |
| Indústria de Transformação | 10,3 | 13,73 | -3,44*** | 11,21 |
| Eletricidade e Gás | 0,44 | 0,47 | -0,03 | 0,45 |
| Água e esgoto | 1,46 | 0,84 | 0,62*** | 1,30 |
| Construção | 9,45 | 10,14 | -0,69 | 9,63 |
| Comércio | 20,19 | 16,86 | 3,33*** | 19,31 |
| Transporte | 7,04 | 8,72 | -1,68*** | 7,49 |
| Alojamento/Alimentação | 3,95 | 3,52 | 0,43 | 3,83 |
| Informação/Comunicação | 1,25 | 1,79 | -0,54** | 1,39 |
| Serviços financeiros | 1,31 | 1,76 | -0,45** | 1,43 |
| Serviços Imobiliários | 0,27 | 0,24 | 0,03 | 0,26 |
| Serviços técnicos/científicos | 2,31 | 2,44 | -0,13 | 2,35 |
| Serviços Administrativos | 6,44 | 8,85 | -2,41*** | 7,08 |
| Administração pública | 6,33 | 7,17 | -0,84* | 6,55 |
| Educação | 4,75 | 3,47 | 1,29*** | 4,41 |
| Serviços de Saúde | 4,23 | 5,59 | -1,36*** | 4,59 |
| Serviços culturais/esportivos | 1,04 | 1,13 | -0,09 | 1,06 |
| Serviços domésticos | 7,04 | 5,12 | 1,92*** | 6,53 |
| Outros serviços | 9,63 | 7,09 | 2,54*** | 8,96 |
| Total | 100 | 100 | | 100 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010. Ramos de atividade seguem a classificação CNAE do IBGE.

Nota: ***Estatisticamente significante a 1%. **Estatisticamente significante a 5%. *Estatisticamente significante a 10%.

Diante do exposto, pode-se analisar os valores médios das características socioeconômicas dos trabalhadores não pendulares e pendulares na RMR (Tabela 3.4). Vale ressaltar que as médias das variáveis categóricas – tais como gênero, raça, setor, dentre outras – devem ser interpretadas como proporções.

Tabela 3.4 – Características socioeconômicas (médias) dos não pendulares e pendulares – RMR, 2010

| | Não Pendular | Pendular | Diferença |
|--|--------------|----------|-----------|
| Gênero | | | |
| Feminino | 0,29 | 0,22 | 0,07*** |
| Masculino | 0,71 | 0,78 | -0,07*** |
| Cor | | | |
| Branca | 0,34 | 0,34 | 0,00 |
| Preta | 0,11 | 0,12 | -0,01** |
| Parda | 0,53 | 0,52 | 0,01 |
| Outras | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Idade | 39,44 | 37,78 | 1,66*** |
| Faixa de Instrução | | | |
| S/ instrução e fund. Incompleto | 0,36 | 0,27 | 0,09*** |
| Fund. completo e médio incompleto | 0,16 | 0,15 | 0,01 |
| Médio completo e superior incompleto | 0,35 | 0,46 | -0,11*** |
| Superior completo | 0,13 | 0,12 | 0,01 |
| Domicílio | | | |
| Sem cônjuge ou companheiro | 0,27 | 0,21 | 0,06*** |
| Com cônjuge ou companheiro | 0,73 | 0,79 | -0,06*** |
| N. de filhos (0 a 5 anos) | 0,29 | 0,34 | -0,05*** |
| N. de filhos (6 a 9 anos) | 0,23 | 0,22 | 0,00 |
| N. de filhos (10 a 14 anos) | 0,30 | 0,27 | 0,03*** |
| N. aposentados/pensionistas (>65 anos) | 0,03 | 0,03 | 0,00 |
| Renda domiciliar <i>per capita</i> | 875,15 | 763,40 | 111,75*** |
| Setor de residência | | | |
| Zona rural | 0,04 | 0,03 | 0,01*** |
| Zona urbana | 0,96 | 0,97 | -0,01*** |
| Município de residência | | | |
| Abreu e Lima | 0,02 | 0,04 | -0,02*** |
| Araçoiaba | 0,01 | 0,03 | -0,02*** |
| Cabo de Santo Agostinho | 0,08 | 0,07 | 0,01** |
| Camaragibe | 0,03 | 0,10 | -0,07*** |
| Igarassu | 0,03 | 0,04 | -0,01** |
| Ipojuca | 0,05 | 0,00 | 0,05*** |
| Ilha de Itamaracá | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Itapissuma | 0,01 | 0,01 | -0,01*** |
| Jaboatão dos Guararapes | 0,09 | 0,16 | -0,07*** |
| Moreno | 0,02 | 0,03 | -0,01*** |
| Olinda | 0,12 | 0,22 | -0,10*** |
| Paulista | 0,06 | 0,15 | -0,09*** |
| Recife | 0,45 | 0,08 | 0,37*** |
| São Lourenço da Mata | 0,03 | 0,05 | -0,03*** |
| Migrante | | | |
| Não | 0,91 | 0,77 | 0,14*** |
| Sim | 0,09 | 0,23 | -0,14*** |
| Observações | 10.519 | 3.808 | |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Nota: ***Estatisticamente significativa a 1%. **Estatisticamente significativa a 5%. *Estatisticamente significativa a 10%.

A Tabela 3.4 aponta, já de início, para alguns detalhes interessantes. Primeiro, fica evidente as distinções existentes entre os grupos de trabalhadores não pendulares e pendulares, especialmente em termos de gênero, idade, presença de cônjuge, renda domiciliar *per capita*, localização setorial e municipal e condição de migração. Apesar da maior parte dos trabalhadores na RMR serem do sexo masculino, percebe-se uma maior proporção relativa de homens *commuters*, enquanto a proporção de mulheres que realizam o deslocamento pendular

é significativamente inferior a proporção de mulheres não pendulares que compõem a força de trabalho. Destaca-se também a maior participação dos indivíduos de pele parda, tanto no grupo de pendulares, como no de não pendulares. O indivíduo que realiza o deslocamento pendular é, em média, mais jovem que aqueles que não efetuam tal movimento. Essa caracterização do indivíduo pendular “homem e jovem” já havia sido levantada na literatura internacional, pois os estudos sobre pendularidade indicam fortemente que os homens são mais propensos a realizar deslocamentos casa-trabalho de maiores distâncias, comparativamente às mulheres (CRANE, 1996; SANDOW; WESTIN, 2010; SANDOW, 2008; THOMAS; TUTERT, 2013; VAN OMMEREN; RIETVELD; NIJKAMP, 1997) e tais deslocamentos são mais frequentes entre os indivíduos de meia-idade (SANDOW; WESTIN, 2010).

Em relação às variáveis domiciliares, é possível notar outras diferenças significativas entre trabalhadores pendulares e não pendulares. Há mais pendulares com cônjuge ou companheiro, tanto dentro do grupo, como em relação aos não pendulares. Nesse contexto, é importante perceber que faz sentido que o deslocamento pendular seja relativamente mais fácil para aqueles indivíduos que podem compartilhar as obrigações domésticas e familiares. Ademais, os não pendulares registram maior média de filhos de 0 a 5 e de 10 a 14 anos de idade. A idade dos filhos que moram na residência é uma variável interessante, pois pode-se esperar que os movimentos pendulares intermunicipais são menos prováveis em famílias com crianças, pois a existência de horários escolares fixos dificulta, em certa medida, a realização desses movimentos, reduzindo os deslocamentos pendulares da família (SANDOW; WESTIN, 2010; SANDOW, 2008). Apesar do que a teoria sugere, os dados para RMR não dão, inicialmente, indícios dessa de que esse relação seja forte na região de análise.

A renda domiciliar *per capita* é, em média, maior para os não pendulares. Esse resultado é extremamente interessante porque distancia a realidade brasileira, mais especificadamente a realidade dos residentes da RMR, do que é observado no âmbito internacional. Neste sentido, Sandow e Westin (2010) e Sandow e Westin (2010), So, Orazem e Otto (2001) ressaltam que os *commuters* costumam ter salários mais altos em relação aos não-*commuters*, o que eleva a renda familiar dos primeiros.

Quando comparada as distribuições de trabalhadores pendulares e não pendulares residentes nos municípios da RMR, percebe-se as maiores proporções de pendulares nos municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista, enquanto Recife apresenta maior proporção de trabalhadores não pendulares. Vale também observar que a maior participação de migrantes intermunicipais no grupo de trabalhadores pendulares, isto é, 23% contra 9% no

grupo de não pendulares. Destarte, os dados parecem fornecer pistas de que a mobilidade pendular parece se relacionar diretamente com a condição de migração.

Algumas variáveis, como a escolaridade, não possuem uma interpretação que efetivamente discrimina pendulares de não pendulares. Mas, por exemplo, em relação a faixa de instrução, os dados da Tabela 3.4 dão um possível indício de que os *commuters* parecem ser mais instruídos em relação aos não *commuters*, em média, uma vez que no grupo de pendulares há uma proporção relativamente maior (menor) de indivíduos com curso médio ou superior incompleto (sem instrução).

3.5 RESULTADOS EMPÍRICOS

Nessa seção será apresentado e discutido os resultados das estimações empregadas neste estudo, objetivando produzir evidências relevantes para discussão sobre a pendularidade no Brasil, especificadamente no tocante a relação existente entre mobilidade pendular e migração na RMR.

O modelo *probit* univariado (colunas 1 e 2 da Tabela A.3.1 no apêndice) mostra que, controlando outras características observáveis, a migração está associada a uma maior chance do trabalhador realizar o deslocamento pendular. Contudo, essa correlação não prova a existência de uma relação causal entre a experiência de migração e o movimento pendular, dada à possibilidade de que migrantes sejam positivamente selecionados em atributos produtivos não observáveis, atributos estes que também se relacionam com a probabilidade de realizar o deslocamento pendular. Portanto, para contornar esse problema foi estimado o modelo *probit* bivariado recursivo.

A Tabela A3.1 (no apêndice) apresenta as estimativas para as duas especificações: o modelo *probit* univariado que afere os fatores que afetam a realização do deslocamento pendular e a realização da migração, separadamente (colunas 1 e 2, respectivamente); e o modelo *probit* bivariado recursivo onde inclui-se a variável “taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside referente à década de nascimento do mesmo” na equação de migração, de modo a garantir a identificação do modelo (coluna 3). O teste de *Wald* para o coeficiente de correlação ρ entre os termos de erro nas equações (3.2) e (3.3) sugere a rejeição da hipótese nula de independência dos termos erros aleatórios a 1% de significância estatística. Ou seja, indica a superioridade do modelo *probit* bivariado em relação ao *probit* univariado (Tabela A3.1, Apêndice). O sinal negativo de ρ implica que os fatores não observados que aumentam a

probabilidade de ter uma experiência de migração, reduzem a probabilidade de realização do movimento pendular.

Antes de prosseguir com a análise do modelo *probit* bivariado, faz-se necessário realizar o teste de *Wald* para avaliar a significância estatística da variável instrumental “taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside referente à década de nascimento do mesmo” nas equações (3.2) e (3.3), conforme a Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Teste de *Wald* para significância da variável *taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside referente à década de nascimento do mesmo*

| | Equação de resultado | Equação de tratamento |
|--------------|--|---|
| | Decisão de realizar o movimento pendular <i>versus</i> não realizar o movimento pendular | Decisão de migração <i>versus</i> decisão de não migração |
| Qui-quadrado | 0,130 | 14,659 |
| P-valor | 0,713 | 0,000 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Os dados da Tabela 3.5 foram obtidos com a estimação do modelo *probit* bivariado (3.2)-(3.3), supondo distribuição normal conjunta (cópula *Gaussiana*), e incluindo a variável instrumental, tanto na equação de resultado (3.2), como na equação de tratamento (3.3). Os resultados sugerem que a variável em destaque é uma razoável candidata à restrição por exclusão, dado que não se pode rejeitar a hipótese nula de que seu coeficiente é zero na equação de resultado a 1%, 5% ou 10% de significância estatística. Por outro lado, a mesma variável mostra-se significativa na equação (3.3). Esse resultado significa que a taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside referente à década de nascimento do mesmo parece estar correlacionada com a decisão de migrar, porém não diretamente correlacionada com a realização do deslocamento pendular em 2010, na RMR.

Analisando, portanto, os resultados da estimação do modelo *probit* bivariado recursivo para RMR (efeitos marginais), na Tabela 3.6, pode-se observar que o efeito da taxa de crescimento da população no município que o indivíduo reside, referente à década de nascimento do mesmo, é negativo sobre as chances de migração, e significativo ao nível de confiança de 95%. Tal resultado condiz com o esperado, pois quanto maior a taxa de crescimento populacional no potencial município de destino na década de nascimento de um determinado indivíduo, possivelmente maior será a concorrência no mercado de trabalho que esse indivíduo enfrentará no potencial município de destino, logo, menor seria a probabilidade dele realizar a migração para o referido município.

Tabela 3.6 – *Probit* bivariado recursivo – deslocamento pendular e migração - Efeitos marginais na média das covariadas

| | (1) Probabilidade de realizar o movimento pendular | (2) Probabilidade de migrar |
|---|--|-----------------------------------|
| Masculino | 0,0553*** (0,0093) | 0,0235*** (0,0069) |
| Preta | 0,0408*** (0,0138) | -0,0204** (0,0093) |
| Parda | 0,0130* (0,0078) | -0,0216*** (0,0076) |
| Outras | 0,0065 (0,0426) | -0,0088 (0,0190) |
| Idade | -0,0001 (0,0005) | -0,0025*** (0,0004) |
| Idade ao quadrado | -0,0001*** (0,0000) | 0,0001 (0,0000) |
| Fund. completo e médio incompleto | 0,0521*** (0,0092) | 0,0006 (0,0065) |
| Médio completo e superior incompleto | 0,1025*** (0,0094) | 0,0352*** (0,0058) |
| Superior completo | 0,1209*** (0,0164) | 0,1665*** (0,0157) |
| Vive com cônjuge/companheiro | 0,0261*** (0,0083) | -0,0086 (0,0070) |
| Número de filhos (0 a 5 anos) | 0,0017 (0,0063) | -0,0048 (0,0053) |
| Número de filhos (6 a 9 anos) | -0,0008 (0,0074) | -0,0218*** (0,0063) |
| Número de filhos (10 a 14 anos) | -0,0039 (0,0063) | -0,0267*** (0,0047) |
| Nº aposentados/pensionistas (>65 anos) | 0,0307 (0,0257) | -0,0445** (0,0182) |
| Zona urbana | 0,0443** (0,0195) | 0,0438*** (0,0132) |
| Abreu e Lima | 0,3331*** (0,0093) | 0,1810*** (0,0049) |
| Araçoiaba | 0,5716*** (0,0089) | 0,0313*** (0,0011) |
| Cabo de Santo Agostinho | 0,1744*** (0,0066) | 0,0736*** (0,0024) |
| Camaraçibe | 0,4531*** (0,0097) | 0,0711*** (0,0024) |
| Igarassu | 0,2489*** (0,0082) | 0,0832*** (0,0027) |
| Ipojuca | -0,0428*** (0,0026) | 0,0759*** (0,0025) |
| Ilha de Itamaracá | 0,1273*** (0,0053) | 0,2173*** (0,0055) |
| Itapissuma | 0,4130*** (0,0097) | 0,0472*** (0,0017) |
| Jaboatão dos Guararapes | 0,2851*** (0,0088) | 0,1375*** (0,0040) |
| Moreno | 0,3798*** (0,0096) | 0,0397*** (0,0014) |
| Olinda | 0,3454*** (0,0094) | 0,0627*** (0,0021) |
| Paulista | 0,3070*** (0,0090) | 0,2109*** (0,0054) |
| São Lourenço da Mata | 0,3642*** (0,0095) | 0,1220*** (0,0037) |
| Migrante | 0,5010*** (0,0595) | |
| Crescimento pop. (década de nascimento) | | -0,0233** (0,0096) |
| Observações | 14.327 | 14.327 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Notas: Desvios-padrão robustos à heterocedasticidade e ao agrupamento por municípios entre parênteses.

***Estatisticamente significativa a 1%. **Estatisticamente significativa a 5%. *Estatisticamente significativa a 10%.

Na Tabela 3.6, também fica evidente às correlações entre a decisão de realizar o deslocamento pendular e a de migrar com vários atributos pessoais. Primeiro, é possível notar que os trabalhadores do sexo masculino são mais propensos, tanto a realização do movimento

pendular, como à experiência de migração, em relação às mulheres (categoria de referência). Estima-se que um indivíduo do sexo masculino tenha uma probabilidade de realizar o deslocamento pendular e ser migrante de, respectivamente, 5,55 e 2,35 p.p. (pontos percentuais) superior as chances do indivíduo do sexo feminino.

A raça também parece ser relevante para análise dos deslocamentos pendulares e da migração. Nota-se que, em relação aos trabalhadores de cor branca (categoria omitida), aqueles de cor preta tem menor chance de ser migrante (2,04 p.p.), porém maiores chances de ser um *commuter* (4,08 p.p.). Resultado semelhante verifica-se para aqueles que se declaram pardos.

A idade parece não ser importante para a mobilidade pendular, mas mostra-se relevante para decisão de migrar, isto é, um ano a mais de idade reduz a probabilidade do indivíduo migrar em cerca de 0,25 p.p.

Em relação ao nível de instrução, os resultados corroboram com a ideia implícita na análise de diferenças de média, da seção anterior, de que os indivíduos que fazem deslocamentos pendulares para trabalhar, bem como aqueles que migram, são, em média, indivíduos com maior nível de instrução. A Tabela 3.6 mostra, por exemplo, que um trabalhador com curso superior completo registra 12,09 p.p a mais de probabilidade de ser um pendular e 16,65 p.p a mais de chance de migrar comparado a um trabalhador sem escolaridade ou com curso fundamental incompleto (categoria base). As mesmas relações se repetem, porém com magnitudes diferentes, para os indivíduos com nível fundamental completo/médio incompleto e médio completo/superior incompleto.

A presença de cônjuge ou companheiro aumenta a probabilidade de realização do movimento pendular em 2,61 p.p., comparada a ausência de cônjuge (categoria omitida), e parece não afetar a probabilidade de migrar. O número de filhos por diferentes faixas de idade que vivem no domicílio, por outro lado, parece não afetar as chances de realização do movimento pendular, mas sim as chances de migrar. Quanto maior o número de filhos entre 6 e 9 anos de idade ou entre 10 e 14 anos de idade, menor a chance de migração, respectivamente, em 2,18 p.p e 2,67 p.p. A presença de idosos aposentados ou pensionistas (mais de 65 anos de idade) no domicílio, reduz as chances de migração em 4,45 p.p.

A localização do domicílio também parece afetar as decisões pela pendularidade e pela migração. Nesse sentido, comparativamente a zona rural (categoria base), a chance de ser pendular e migrante é relativamente maior no meio urbano, respectivamente, em 4,43 p.p. e 4,38 p.p. Em relação à residir na capital pernambucana Recife (categoria de referência), nota-se que o deslocamento pendular é relativamente mais favorecido em todos os demais

municípios, com exceção de Ipojuca, ao passo que há mais chances de ser migrante em todos os demais municípios, comparativamente a Recife.

O coeficiente da variável binária de migração é positivamente relacionado com as chances de realização do movimento pendular e estatisticamente significativo ao nível de significância de 1%. Além disso, o seu efeito marginal revela que ter uma experiência de migração aumenta a probabilidade de realizar o deslocamento pendular (Tabela 3.6). Assim, mesmo não se referindo ao efeito médio do tratamento (impacto da migração sobre a mobilidade pendular) em razão de endogeneidade, o efeito parcial em destaque sugere uma correlação direta entre deslocamento pendular e decisão de migrar.

Como já mencionado, o principal objetivo desse estudo é estimar o efeito da condição de migrante intermunicipal sobre a probabilidade de realização do deslocamento pendular. Para tanto – após considerado o efeito de alguns atributos socioeconômicos, domiciliares e de localização e controlado a interdependência entre as decisões de fazer movimentos pendulares e migrar no modelo *probit* bivariado (3.2)-(3.3) –, faz-se necessário estimar o referido impacto a partir do efeito médio do tratamento (ATE), probabilidade de ser migrante, sobre o resultado, probabilidade de ser pendular.

Nesse contexto, conforme ressaltado na seção de estratégia empírica, a hipótese de distribuição bivariada normal dos termos de erro do modelo estrutural (3.2)-(3.3) pode não ser condizente com a realidade. Portanto, pode-se modelar a estrutura de dependência do modelo bivariado usando funções cópula.

Considerando todas as cópulas já discutidas, foram testadas 18 versões de funções cópulas para identificação daquela que melhor se ajusta aos dados. A Tabela 3.7 apresenta os valores das estatísticas AIC e BIC e testes *Vuong* e de *Clarke*.²⁶ Com base no critério de informação AIC os modelos que melhor se ajustam são, nesta ordem: *Gumbel* rotacionado em 90°, *Clayton* rotacionado em 270° e *Joe* rotacionado em 90°. Após a aplicação do teste *Vuong* para estes três modelos, verificou-se que não é possível discriminá-los. Por outro lado, o teste *Clarke* indica o modelo *Gumbel* rotacionado em 90° como mais bem ajustado aos dados.

²⁶ O Modelo/Cópula *Joe* rotacionado em 270° não convergiu no processo de estimação. Por isso, não aparece na Tabela em foco.

Tabela 3.7 – Regressões *probit* bivariado recursivo: seleção de modelos segundo a função cópula e por controles amostrais

| Modelo/Cópula | AIC | BIC |
|--|------------------------|-----------|
| <i>Gumbel 90</i> | 23.499,28 * | 23.961,05 |
| <i>Clayton 270</i> | 23.504,12 ** | 23.965,89 |
| <i>Joe 90</i> | 23.504,20 *** | 23.965,96 |
| <i>Student-t 12</i> | 23.505,12 | 23.966,88 |
| <i>Student-t 9</i> | 23.505,37 | 23.967,13 |
| <i>Gaussiana</i> | 23.506,19 | 23.967,95 |
| <i>Student-t 6</i> | 23.506,58 | 23.968,34 |
| <i>Student-t 3</i> | 23.514,01 | 23.975,77 |
| <i>Joe 0</i> | 23.514,30 | 23.976,07 |
| <i>Clayton 180</i> | 23.514,61 | 23.976,37 |
| <i>Frank</i> | 23.514,79 | 23.976,56 |
| <i>Gumbel 270</i> | 23.518,07 | 23.979,83 |
| <i>Clayton 90</i> | 23.519,62 | 23.981,39 |
| <i>Gumbel 0</i> | 23.519,98 | 23.981,75 |
| <i>Gumbel 180</i> | 23.582,40 | 24.044,17 |
| <i>Clayton 0</i> | 23.598,15 | 24.059,92 |
| <i>Joe 180</i> | 23.599,80 | 24.061,56 |
| Testes de Vuong ^(b) | | |
| 2º AIC vs 1º AIC (base) | -0,8296 | |
| 3º AIC vs 1º AIC (base) | -0,7985 | |
| 3º AIC vs 2º AIC (base) | -2,3105 ^(*) | |
| <i>Gaussiana</i> vs 1º AIC (base) | -0,1636 | |
| Testes de Clarke ^(c) | | |
| 2º AIC vs 1º AIC (base) | 5.894 ^(*) | |
| 3º AIC vs 1º AIC (base) | 5.790 ^(*) | |
| 3º AIC vs 2º AIC (base) | 7.848 ^(*) | |
| <i>Gaussiana</i> vs 1º AIC (base) | 6.535 ^(*) | |
| Observações (50%) | 7.163 | |
| Observações | | |
| Total | 14.327 | |
| Migrantes | 1.839 | |
| Não migrantes | 12.488 | |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Notas:

- (a) * Melhor modelo selecionado pelo critério de *Akaike* (AIC). ** Segundo melhor modelo selecionado pelo critério de *Akaike* (AIC). *** Terceiro melhor modelo selecionado pelo critério de *Akaike* (AIC). n.c – valor de log-verossimilhança não convergiu no processo de otimização numérica.
- (b) Os valores críticos para os testes de *Vuong* são -1,96 e 1,96 a 5% de significância. (*) Estatisticamente significativo a 5%.
- (c) O valor crítico para o teste de *Clarke* é 50% das observações ($n/2$). Se a estatística teste B for igual ou maior a $n/2$, o modelo testado é preferido ao modelo base. Se a estatística teste B for menor que $n/2$, o modelo testado é preferido ao modelo base. (*) estatisticamente significativo a 5%.

Na Tabela 3.8 tem-se o coeficiente responsável por estimar impacto da condição de migrante sobre a probabilidade de movimento pendular, com base nas estruturas de cópulas selecionadas com o critério de informação AIC, ou seja, *Gumbel* rotacionado em 90°, *Clayton* rotacionado em 270° e *Joe* rotacionado em 90°. Além dessas, é incluída a estrutura de cópula *Gaussiana*, a fim de comparação. O que os resultados apresentados em 3.8 evidenciam é a pouca sensibilidade do coeficiente α em relação a cópula selecionada, comparativamente as demais estruturas de cópulas analisadas. Em relação ao impacto da experiência passada de migração sobre a realização do deslocamento pendular (ATE), nota-se o quanto próximo esse

coeficiente é da cópula *Gaussiana*. O efeito médio do tratamento sobre o grupo tratado (ATT), que estima o referido impacto considerando apenas a amostra de migrantes, foi de 17,3 p.p. para cópula *Gumbel* rotacionada em 90°, sendo tal valor pouco sensível a mudança na estrutura de cópulas. E, finalmente, o efeito médio do tratamento sobre o grupo não tratado (ATNT), este, por sua vez, considera apenas a amostra de não migrantes, foi de 12,8 p.p., também próximo ao coeficiente estimado para cópula *Gaussiana*.

Tabela 3.8 – Regressões para o *Probit* bivariado recursivo: impacto da condição de migrante sobre a probabilidade de movimento pendular

| Cópulas Seleccionadas | <i>Gumbel 90°</i> | <i>Clayton 270°</i> | <i>Joe 90°</i> | <i>Gaussiana</i> (referência) |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| α | 1,5106*** (0,1091) | 1,4080*** (0,1411) | 1,4134*** (0,1405) | 1,3982*** (0,1397) |
| τ de Kendall [IC 95%] | -0,453 [-0,547;-0,346] | -0,494 [-0,664;-0,335] | -0,511 [-0,647;-0,354] | -0,328 [-0,43;-0,21] |
| ATT % [IC 95%] | 17,3 [15,1;19,4] | 17,1 [15,0;19,2] | 17,1 [15,0;19,1] | 17,5 [15,2;19,7] |
| ATNT % [IC 95%] | 12,8 [10,9;14,7] | 13,9 [11,6;16,1] | 13,9 [12,2;15,7] | 12,5 [10,5;14,6] |
| ATE % [IC 95%] | 13,4 [11,5;15,3] | 14,3 [12,1;16,5] | 14,3 [12,6;16,0] | 13,2 [11,1;15,2] |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados dos Censo Demográfico de 2010.

Nota: Intervalos de confiança (IC) entre colchetes obtidos pelo método delta. Desvio-padrão entre parênteses. ***Estatisticamente significante a 1%. **Estatisticamente significante a 5%. *Estatisticamente significante a 10%.

Considerado o modelo *probit* bivariado recursivo com cópula *Gumbel* rotacionada em 90°, o efeito médio do tratamento (ATE) indica que a experiência de migração aumenta a chance de realização de deslocamento pendular em 13,4 p.p.. Os efeitos estimados para o modelo em cópula *Gumbel* rotacionado em 90° estão expostos na Tabela 3.9. Fica perceptível que resultados semelhantes foram obtidos utilizando cópula *Gaussiana*, generalização da distribuição normal, porém o ATE em tal estrutura de cópula (13.2 p.p.) fica um pouco abaixo da média (13.4 p.p.). Neste sentido, é importante ressaltar que, apesar da distribuição dos erros não ser tão assimétrica, a abordagem de cópulas permite maior robustez aos resultados e confirma essa estrutura de distribuição do termo de erro.

Tabela 3.9 – Regressões para o *Probit* bivariado recursivo - Coeficientes estimados considerando cópulas selecionadas

| | Probabilidade de realizar o movimento pendular | | Probabilidade de migrar | |
|--|--|------------------------|------------------------------|------------------------|
| | <i>Gumbel 90^o</i> | <i>Gaussiana</i> | <i>Gumbel 90^o</i> | <i>Gaussiana</i> |
| Masculino | 0,1858*** (0,0317) | 0,1947*** (0,0325) | 0,1310*** (0,0352) | 0,1303*** (0,0353) |
| Preta | 0,1335*** (0,0411) | 0,1356** (0,0417) | -0,1035** (0,0486) | -0,1067* (0,0486) |
| Parda | 0,0478* (0,0271) | 0,0448 (0,02760) | -0,1129*** (0,0307) | -0,1134*** (0,0308) |
| Outras | 0,0210 (0,1002) | 0,0227 (0,1019) | -0,0397 (0,1150) | -0,0443 (0,1153) |
| Idade | 0,0002 (0,0016) | -0,0003 (0,0016) | -0,0134*** (0,0018) | -0,0132*** (0,0018) |
| Idade ao quadrado | -0,0005*** (0,0001) | -0,0005*** (0,0001) | 0,0003** (0,0001) | 0,0003* (0,0001) |
| Fund. completo e médio incompleto | 0,1936*** (0,0372) | 0,1961*** (0,0378) | 0,0029 (0,0454) | 0,0040 (0,0454) |
| Médio completo e superior incompleto | 0,3457*** (0,0311) | 0,3598*** (0,0321) | 0,2050*** (0,0350) | 0,2047*** (0,0349) |
| Superior completo | 0,3852*** (0,0495) | 0,4155*** (0,0529) | 0,7227*** (0,0470) | 0,7171*** (0,0471) |
| Vive com cônjuge/companheiro | 0,0909*** (0,0324) | 0,0901** (0,0330) | -0,0468 (0,0362) | -0,0453 (0,0363) |
| Número de filhos (0 a 5 anos) | 0,0056 (0,0228) | 0,0057 (0,0232) | -0,0228 (0,0261) | -0,0256 (0,0261) |
| Número de filhos (6 a 9 anos) | -0,0009 (0,0255) | -0,0026 (0,0259) | -0,1179*** (0,0312) | -0,1167*** (0,0312) |
| Número de filhos (10 a 14 anos) | -0,0111 (0,0217) | -0,0131 (0,0220) | -0,1410*** (0,0275) | -0,1432*** (0,0274) |
| Nº aposentados/pensionistas (>65 anos) | 0,1071 (0,0666) | 0,1044 (0,0674) | -0,2337*** (0,0863) | -0,2381** (0,0860) |
| Zona urbana | 0,1544** (0,0721) | 0,1598* (0,0730) | 0,2744*** (0,0899) | 0,2763** (0,0898) |
| Abreu e Lima | 1,1938*** (0,0823) | 1,2419*** (0,0870) | 0,8938*** (0,0872) | 0,8951*** (0,0874) |
| Araçoiaba | 1,8217*** (0,1025) | 1,8496*** (0,1037) | 0,2249 (0,1449) | 0,2419* (0,1456) |
| Cabo de Santo Agostinho | 0,7776*** (0,0522) | 0,7935*** (0,0539) | 0,4763*** (0,0584) | 0,4771*** (0,0583) |
| Camaragibe | 1,5136*** (0,0590) | 1,5452*** (0,0613) | 0,4623*** (0,0687) | 0,4649*** (0,0688) |
| Igarassu | 0,9933*** (0,0670) | 1,0157*** (0,0691) | 0,5229*** (0,0790) | 0,5225*** (0,0788) |
| Ipojuca | -0,4592*** (0,1311) | -0,4687*** (0,1336) | 0,4895*** (0,0844) | 0,4880*** (0,0845) |
| Ilha de Itamaracá | 0,6163*** (0,1102) | 0,6335*** (0,1169) | 1,0127*** (0,1130) | 1,0091*** (0,1127) |
| Itapissuma | 1,4149*** (0,1194) | 1,4447*** (0,1209) | 0,3400** (0,1670) | 0,1303* (0,0353) |
| Jaboatão dos Guararapes | 1,0860*** (0,0489) | 1,1152*** (0,0524) | 0,7432*** (0,0534) | -0,1067*** (0,0486) |
| Moreno | 1,3390*** (0,0800) | 1,3609*** (0,0813) | 0,2933*** (0,1081) | -0,1134** (0,0308) |
| Olinda | 1,2519*** (0,0431) | 1,2734*** (0,0450) | 0,4224*** (0,0500) | -0,0443*** (0,1153) |
| Paulista | 1,1262*** (0,0571) | 1,1737*** (0,0630) | 0,9918*** (0,0503) | -0,0132*** (0,0018) |
| São Lourenço da Mata | 1,2885*** | 1,3214*** | 0,6845*** | 0,0003*** |

| | | | | |
|---|------------|-----------|-----------------------|----------|
| | (0,0682) | (0,0711) | (0,0776) | (0,0001) |
| Crescimento pop. (década de nascimento) | | | -0,1281** | 0,0040* |
| | | | (0,0592) | (0,0454) |
| Migrante | 1,5106*** | 1,3982*** | | |
| | (0,1091) | (0,1397) | | |
| Intercepto | -2,2359*** | | -1,4115*** | |
| | (0,1074) | | (0,1260) | |
| τ de Kendall (cópula <i>Gumbel</i> 90°): | -0,4530 | | IC: [-2,2592;-1,5410] | |
| θ (cópula <i>Gumbel</i> 90°): | -1,8282 | | IC: [-0,5574;-0,3511] | |
| τ de Kendall (cópula <i>Gaussiana</i>): | 0,328 | | IC: [-0,4300;-0,2100] | |
| θ (cópula <i>Gaussiana</i>): | -0,493 | | IC: [-0,6260;-0,3240] | |
| Observações: | 14.327 | | | |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Notas: Desvios-padrão entre parênteses. Intervalos de confiança a 95% entre colchetes. ***Estatisticamente significativa a 1%.

**Estatisticamente significativa a 5%. *Estatisticamente significativa a 10%.

As diferenças entre os coeficientes da cópula *Gumbel* rotacionado em 90° e *Gaussiana* ocorrem basicamente na magnitude desses, e não na significância estatística. Porém, a sensibilidade da realização do movimento pendular dada a condição de migrante é mais expressiva para cópula *Gumbel* rotacionado em 90°.

Os efeitos estimados utilizando a cópula *Gumbel* rotacionado em 90° corroboram para os resultados já encontrados, quando analisado o modelo *probit* bivariado recursivo. Apenas algumas diferenças são observadas referentes a experiência dos indivíduos, que, agora, além de influenciar negativamente a propensão ao deslocamento pendular, passa a influenciar positivamente a migração.

A experiência de migração é um preditor potencial dos deslocamentos pendulares. Aqueles que já tiveram contato com a experiência de migração são mais propensos a realização de deslocamentos pendulares. Enquanto que, por outro lado, aqueles caracterizados como não migrantes são menos propensos à pendularidade. Esse é um achado inédito na literatura nacional sobre pendularidade.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os movimentos pendulares, com o passar dos anos, adquiriram crescente visibilidade nas áreas metropolitanas, incidindo de maneira expressiva no funcionamento estratégico do cotidiano das cidades, tanto para os indivíduos, como para as instituições. Pensando nisso, este estudo foca na análise do deslocamento pendular intrametropolitano. O objetivo proposto foi avaliar as características socioeconômicas atreladas comportamento pendular, especificadamente, na Região Metropolitana do Recife (RMR) e no ano de 2010, enfatizando o efeito da condição de migrante sobre as chances de realização dos movimentos pendulares.

Para tanto, estimou-se, além do modelo *probit* univariado e bivariado recursivo, um modelo *probit* bivariado recursivo baseado em cópulas, o que permite lidar com a endogeneidade da condição de migrante e relaxar a hipótese de distribuição normal da distribuição conjunta dos eventos migração e movimento pendular. Com isso, estimou-se o efeito médio da condição de migrante sobre as chances de realização de movimentos pendulares.

Os principais resultados indicam que os indivíduos que mais realizam o deslocamento pendular são, em média, “homem e jovem”. Também a presença de um companheiro parece facilitar a realização dos movimentos pendulares, possivelmente dado a oportunidade de divisão dos afazeres domésticos. Outro fato curioso – que não corrobora para o que a literatura internacional sobre pendularidade tem percebido – é o fato da renda domiciliar *per capita* ser, em média, maior para os não pendulares. Há indícios de que os *commuters* intermunicipais são mais instruídos em relação aos não *commuters*, em média.

No que tangencia a relação direta entre migração e movimento pendular, observou-se que o efeito tratamento (ATT), isto é, o impacto observado da migração sobre a pendularidade para quem efetivamente já migrou, foi de 17,3 p.p.; o impacto previsto para quem poderia migrar (migração potencial), o ATNT, é de 12,8 p.p.; e, finalmente, o impacto estimado da condição de migrante sobre a probabilidade de realização do movimento pendular para um indivíduo aleatório na amostra (ATE) é de 13,4 p.p..

Entender o processo de estruturação espacial urbano, bem como os movimentos diários intraurbana, é de suma importância para a elaboração de políticas públicas urbanas, dado a forte associação dos movimentos pendulares com as demandas por transportes e vias de circulação. Através da teoria torna-se possível compreender o motivo de certos resultados do investimento público, e focalizar melhor tais investimentos. Além disso, a oferta adequada de serviços públicos urbanos de qualidade – tais como o transporte coletivo –, depende de maneira marcante do conhecimento das características e necessidades de deslocamento intrametropolitano desses indivíduos pendulares.

O presente estudo mostrou, empiricamente, que a migração está diretamente relacionada aos movimentos pendulares, na RMR. Assim, dada as dificuldades dos gestores em reestruturar o sistema de transportes na mesma velocidade em que as mudanças populacionais são processadas, poderiam ser pensadas políticas de investimentos de longo prazo, de modo a suprir as necessidades de uma futura mão de obra pendular, proveniente das mobilidades residenciais intraurbana do presente.

4 CONCLUSÃO

Nesse capítulo, são elencados os principais resultados obtidos nos dois ensaios que compõem essa dissertação. Espera-se que esses resultados possam contribuir de forma significativa para análise da pendularidade no contexto brasileiro.

Assim, objetivando analisar os fluxos pendulares na RMR, diga-se os movimentos intermunicipais de casa para os ambientes de trabalho ou estudo, foi realizado no primeiro ensaio um exame através de um modelo gravitacional, em que são observados as variáveis-chaves que influenciam os fluxos pendulares no aglomerado urbano específico. Os principais resultados apontam que a distância entre os municípios de residência e de trabalho/estudo atua como uma força de atrito sobre os fluxos pendulares, condicionando os movimentos pendulares de tal forma que tais fluxos são, em média, maiores entre regiões mais próximas. Além disso, os resultados indicam que as diferenças do IDHM mostraram-se determinantes para os fluxos pendulares, atuando como uma força atrativa para os municípios de destino. Assim, quanto maior o IDH no município de origem menores serão os fluxos pendulares.

No segundo ensaio, o objetivo central foi estimar o efeito da condição de migrante intermunicipal sobre a probabilidade de movimento pendular intermunicipal por motivo de trabalho, na RMR. Para tanto, foi utilizado um modelo de determinação conjunta de migração intermunicipal e movimento pendular, cuja estrutura de dependência em fatores não observados considera funções cópulas.

Os principais resultados indicaram que os indivíduos do sexo masculino e jovens são aqueles que mais realizam o deslocamento pendular, em média. Também a presença de um companheiro parece facilitar a realização dos movimentos pendulares. Há indícios de que os *commuters* intermunicipais são mais instruídos em relação aos não *commuters*, em média. Também constatou-se que o impacto observado da migração sobre a pendularidade para quem efetivamente já migrou, é de 17,3 p.p.. Já o impacto previsto para quem poderia migrar (migração potencial) é de 12,8 p.p. e o impacto estimado da condição de migrante sobre a probabilidade de realização do movimento pendular para um indivíduo aleatório na amostra analisada é de 13,4 p.p.. Evidenciando uma relação positiva entre a experiência de migração e a probabilidade de um indivíduo realizar o deslocamento pendular. Tal resultado corrobora para suposição inicial que motiva a execução dessa pesquisa.

Os movimentos pendulares devem ser entendidos como reflexos do próprio aglomerado urbano, de modo que a intensificação desses deslocamentos representa, em certa medida, o

maior dinamismo do espaço urbano em análise. Assim, essa intensificação dos movimentos pendulares configura-se como um indicador do bom desempenho econômico, uma vez que os indivíduos podem tentar aproveitar o ambiente favorável à mobilidade urbana, ampliando as suas fronteiras educacionais e de inserção no mercado de trabalho.

Neste contexto, é extremamente importante que sejam pensadas políticas públicas espaciais e de mobilidade urbana capazes de atenuar os efeitos negativos, tais como pressões desproporcionais sobre a infraestrutura urbana, do aumento dos movimentos pendulares. Entre as políticas a serem formuladas, aquelas atreladas ao transporte urbano merecem atenção especial, dada a capacidade de percursos pendulares menores gerarem maiores benefícios para os indivíduos que assumem os custos da pendularidade, tal como observado nos resultados dessa dissertação.

Pode-se, finalmente, dizer que esta dissertação preenche algumas lacunas a respeito do tema na discussão nacional, porém há muito ainda a ser explorado para que se atinja uma melhor compreensão sobre o fenômeno pendularidade em toda a sua complexidade. Além disso, esta análise possibilita que estudos análogos sejam realizados para as demais regiões metropolitanas brasileiras, no sentido de compreender melhor o funcionamento dos deslocamentos pendulares nas distintas localidades urbanas do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ANDRIENKO, Y.; GURIEV, S. **Determinants of Interregional Mobility in Russia: Evidence from Panel Data**. Ann Arbor, 2003. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/wdi/papers/2003-551.html>>
- ÂNTICO, C. Deslocamentos pendulares na região metropolitana de São Paulo. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 4, p. 110–120, 2005.
- ARANHA, V. Mobilidade pendular na metrópole paulista. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 4, p. 96–109, 2005.
- AXISA, J. J.; NEWBOLD, K. B.; SCOTT, D. M. Migration, urban growth and commuting distance in Toronto's commuter shed. **Area**, v. 44, n. 3, p. 344–355, 2012.
- AXISA, J. J.; SCOTT, D. M.; NEWBOLD, K. B. Factors influencing commute distance: a case study of Toronto's commuter shed. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 123–129, 2012.
- BAENINGER, R. A. **Região, metropole e interior : espaços ganhadores e espaços perdedores nas migrações recentes - Brasil, 1980-1996**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- BETARELLI JUNIOR, A. A. **Custo de acessibilidade entre residência e trabalho: um enfoque das características individuais, familiares e locais**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/cdp/texdis/td407.html>>
- BRECHMANN, E. C.; SCHEPSMEIER, U. Modeling Dependence with C- and D-Vine Copulas: The R Package CDVine. **Journal of Statistical Software**, v. 52, n. 3, p. 1–27, 2013.
- CHAMPION, T.; COOMBES, M.; BROWN, D. L. Migration and Longer-Distance Commuting in Rural England. **Regional Studies**, v. 43, n. 10, p. 1245–1259, 2009.
- CHISWICK, B. R. Are Immigrants Favorably Self-Selected? **The American Economic Review**, v. 89, n. 2, p. 181–185, 1999.
- CRANE, R. The Influence of Uncertain Job Location on Urban Form and the Journey to Work. **Journal of Urban Economics**, v. 39, n. 3, p. 342–356, 1996.
- EATON, J.; KORTUM, S. **Trade in Capital Goods**. Cambridge, 2001. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/8070.html>>
- FINDLAY, A. M. et al. Mobility as a driver of change in rural Britain: an analysis of the links between migration, commuting and travel to shop patterns. **International Journal of Population Geography**, v. 7, n. 1, p. 1–15, 2001.
- GLAESER, E. L. Are Cities Dying? **Journal of Economic Perspectives**, v. 12, n. 2, p. 139–160, 1998.

GORDON, P.; RICHARDSON, H. W.; JUN, M.-J. The Commuting Paradox Evidence from the Top Twenty. **Journal of the American Planning Association**, v. 57, n. 4, p. 416–420, 1991.

GREEN, A. Employment and Constraints Facing In-Migrants to Rural Areas in England. **Geography**, v. 84, n. 1, p. 34–44, 1999.

HEAD, K.; MAYER, T. **Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook**, 2013. Disponível em: <<http://www.cepii.fr/CEPII/en/publications/wp/abstract.asp?NoDoc=6126>>

ISARD, W. **Methods of regional analysis : an introduction to regional science**. Cambridge: M.I.T. Press, 1973. p. 1–784

JARDIM, A. DE P. **Mobilidade intrametropolitana: o caso do Rio de Janeiro**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

JARDIM, A. DE P. A investigação das migrações internas, a partir dos Censos Demográficos brasileiros de 1970 a 2010. In: OLIVEIRA, L. A. P. DE; OLIVEIRA, A. T. R. DE (Eds.). **Reflexões sobre os Deslocamentos Populacionais no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011a. p. 1–103.

JARDIM, A. DE P. Reflexões sobre a mobilidade pendular. In: OLIVEIRA, L. A. P. DE; OLIVEIRA, A. T. R. DE (Eds.). **Reflexões sobre os Deslocamentos Populacionais no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011b. p. 1–103.

JARDIM, A. DE P.; ERVATTI, L. **Migração pendular intrametropolitana no Rio de Janeiro: reflexões sobre o seu estudo, a partir dos Censos Demográficos de 1980 e 2000**. Rio de Janeiro. IBGE: Coordenação de Ppulação e Indicadores Sociais, , 2007.

JARDIM, A. DE P.; ERVATTI, L. **Movimentos pendulares e circulares da população na região petrolífera do Estado do Rio de Janeiro: reflexões analíticas**. Rio de Janeiro. IBGE, Diretoria de Pesquisas, , 2009.

LLOYD, C.; SHUTTLEWORTH, I. Analysing commuting using local regression techniques: scale, sensitivity, and geographical patterning. **Environment and Planning A**, v. 37, n. 1, p. 81–103, 2005.

LÖSCH, A. **The economics of location**. 2. ed. New Haven: Yale University Press, 1954. v. 8p. 1–520

MACHADO, A. **Modelos Gravitacionais: Falaciosos ou Fundamentados?** Lisboa, 1996.

MADDALA, G. S. **Limited-dependent and qualitative variables in econometrics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. p. 1–414

MAGALHÃES, D. J. A. V. DE. **Uma abordagem multinível sobre localização e mobilidade residenciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

- MAGALHÃES, D. J. A. V. DE; RIOS-NETO, E. L. G. Uma abordagem multinível para análise da mobilidade residencial na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Rebep**, v. 21, n. 1, p. 137–156, 2004.
- MARCHETTA, F. Return Migration and the Survival of Entrepreneurial Activities in Egypt. **World Development**, v. 40, n. 10, p. 1999–2013, 2012.
- MCLAFFERTY, S. Gender, race, and the determinants of commuting: New York in 1990. **Urban Geography**, v. 18, n. 3, p. 192–212, 1997.
- MIRANDA, R. A.; DOMINGUES, E. P. **Jornada ao trabalho e escolhas residenciais na região metropolitana de Belo Horizonte**. XII Encontro Regional de Economia (NE) e fórum BNB de desenvolvimento. **Anais...** Fortaleza: 2007 Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Eventos/ForumBNB2007/docs/jornadadotrabalho.pdf>>
- MIRANDA, R. A.; DOMINGUES, E. P. **Nova Economia Urbana e Movimento Pendular na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. XIII Seminário sobre a Economia Mineira. **Anais...** Diamantina: 2008 Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2008/D08A137.pdf>
- MONFARDINI, C.; RADICE, R. Testing Exogeneity in the Bivariate Probit Model: A Monte Carlo Study. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 70, n. 2, p. 271–282, 2008.
- MOURA, R.; BRANCO, M. L. G. C.; FIRKOWSKI, O. L. C. DE F. Movimento pendular e perspectivas de pesquisas em aglomerados urbanos. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 4, p. 121–133, 2005.
- MOURA, R.; DELGADO, P.; COSTA, M. A. Movimento Pendular e Políticas Públicas: Algumas possibilidades inspiradas numa tipologia dos municípios brasileiros. In: BOUERI, R.; COSTA, M. A. (Eds.). **Brasil em desenvolvimento 2013 : estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013. p. 665–696.
- NELSEN, R. B. **An Introduction to Copulas (Springer Series in Statistics)**. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2006.
- NOWOTNY, K. **Commuting, Residence and Workplace Location Attractiveness and Local Public Goods**. **WIFO Working Papers**, 2010. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/a/fan/scresc/vhtml10.3280-scre2011-001005.html>>
- ORTEGA, F.; PERI, G. The Causes and Effects of International Labor Mobility: Evidence from OECD Countries 1980-2005. **Human Development Research Paper (HDRP)**, v. 6, n. 19183, p. 1–46, 2009.
- PAPANIKOLAOU, G. **Spatial and Individual Influence on Commuting Behaviour in Germany**. 46th Congress of the European Regional Science Association (ERSA). **Anais...** Volos (Grécia): 2006 Disponível em: <<http://www-sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa06/papers/468.pdf>>

PEREIRA, R. H. M.; HERRERO, V. **Mobilidade Pendular: Uma Proposta Teórico-Metodológica**. Rio de Janeiro, 2009.

PIRACHA, M.; VADEAN, F. **Return Migration and Occupational Choice**, 2009. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/iza/izadps/dp3922.html>>

RADICE, R.; MARRA, G.; WOJTYS, M. **Copula Regression Spline Models for Binary Outcomes With Application in Health Care Utilization**. Londres, 2013. Disponível em: <<http://www.ucl.ac.uk/statistics/research/pdfs/rr321.pdf>>

RENKOW, M.; HOOVER, D. Commuting, Migration, and Rural-Urban Population Dynamics. **Journal of Regional Science**, v. 40, n. 2, p. 261–287, 2000.

ROUWENDAL, J.; RIETVELD, P. Changes in Commuting Distances of Dutch Households. **Urban Studies**, v. 31, n. 9, p. 1545–1557, 1 nov. 1994.

SANDOW, E. Commuting behaviour in sparsely populated areas: evidence from northern Sweden. **Journal of Transport Geography**, v. 16, n. 1, p. 14–27, 2008.

SANDOW, E.; WESTIN, K. The persevering commuter – Duration of long-distance commuting. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 44, n. 6, p. 433–445, 2010.

SANTOS JÚNIOR, E. R.; MENEZES FILHO, N.; FERREIRA, P. . Migração, seleção e diferenças regionais de renda no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 35, n. 3, p. 299–331, 2005.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. The Log of Gravity. **Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641–658, 1 nov. 2006.

SO, K. S.; ORAZEM, P.; OTTO, D. M. The Effects of Housing Prices, Wages, and Commuting Time on Joint Residential and Job Location Choices. **American J. of Agricultural Economics**, v. 83, n. 4, p. 1036–1048, 2001.

SOARES, M. R. M. **Migração intrametropolitana e movimentos pendulares na Região Metropolitana de Belo Horizonte: o caso do município de Contagem -1991/2000**. [s.l.] UFMG, 2006.

THOMAS, T.; TUTERT, S. I. A. An empirical model for trip distribution of commuters in The Netherlands: transferability in time and space reconsidered. **Journal of Transport Geography**, v. 26, p. 158–165, 2013.

VAN OMMEREN, J.; DARGAY, J. The Optimal Choice of Commuting Speed: Consequences for Commuting Time, Distance and Costs. **Journal of Transport Economics and Policy**, v. 40, p. 279–296, 2006.

VAN OMMEREN, J.; RIETVELD, P.; NIJKAMP, P. Commuting: In Search of Jobs and Residences. **Journal of Urban Economics**, v. 42, n. 3, p. 402–421, 1997.

VON THÜNEN, T. H. **The isolated state**. New York: Pergamon Press, 1966.

WINKELMANN, R. Copula Bivariate Probit Models: With An Application To Medical Expenditures. **Health Economics**, v. 21, n. 12, p. 1444–1455, 2012.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. Cambridge: MIT Press, 2002. v. 58p. 1–1096

APÊNDICE

Mapa A2.1 – Região Metropolitana do Recife (PE)



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE.

Tabela A2.1 – Análise de indicadores socioeconômicos da RMR –2010

| Município | Área (Km²) | População (hab.) | Densidade | IDH | PIB (R\$ mil) | PIB per capita (R\$) |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|
| Abreu e Lima | 126,193 | 94.429 | 724,9 | 0,679 | 847.757 | 8.977,82 |
| Araçoiaba | 96,381 | 18.156 | 196,74 | 0,592 | 64.421 | 3.550,52 |
| Cabo de Santo Agostinho | 448,735 | 185.025 | 414,32 | 0,686 | 4.476.233 | 24.179,78 |
| Camaragibe | 51,257 | 144.466 | 2.821,93 | 0,692 | 756.792 | 5.237,10 |
| Igarassu | 305,56 | 102.021 | 333,88 | 0,665 | 1.146.753 | 11.244,11 |
| Ipojuca | 527,107 | 80.637 | 151,39 | 0,619 | 9.095.145 | 112.924,25 |
| Ilha de Itamaracá | 66,684 | 21.884 | 328,18 | 0,653 | 121.621 | 5.417,67 |
| Itapissuma | 74,235 | 23.769 | 320,19 | 0,633 | 479.402 | 20.208,33 |
| Jaboatão dos Guararapes | 258,694 | 644.620 | 2.493,06 | 0,717 | 8.359.552 | 12.966,60 |
| Moreno | 196,072 | 56.696 | 289,16 | 0,652 | 303.743 | 5.350,70 |
| Olinda | 41,681 | 377.779 | 9.068,36 | 0,735 | 3.108.010 | 8.275,69 |
| Paulista | 97,312 | 300.466 | 3.086,01 | 0,732 | 2.129.675 | 7.084,49 |
| Recife | 218,435 | 1.537.704 | 7.037,61 | 0,772 | 30.032.003 | 19.540,20 |
| São Lourenço da Mata | 262,106 | 102.895 | 392,49 | 0,653 | 522.070 | 5.070,81 |
| RMR | 2.770,45 | 3.690.547 | 1.332,11 | 0,775* | 61.443.177 | 16.658,36 |
| Pernambuco | 98.148,323 | 8.796.448 | 89,63 | 0,673 | 95.186.714 | 10.821,55 |

* Refere-se ao IDH de 2000, dada a indisponibilidade de dados para 2010.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE e PNUD.

Tabela A3.1 – Probit Bivariado Recursivo – deslocamento pendular e migração - Coeficientes

| | Probit Univariado | Probit Univariado | Probit Bivariado Recursivo | |
|--|--|-------------------------|--|-------------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (3) |
| | Probabilidade de realizar o movimento pendular | Probabilidade de migrar | Probabilidade de realizar o movimento pendular | Probabilidade de migrar |
| Masculino | 0,2294*** (0,0319) | 0,1371*** (0,0406) | 0,1947*** (0,0339) | 0,1303*** (0,0398) |
| Preta | 0,1272*** (0,0431) | -0,1055** (0,0479) | 0,1356*** (0,0444) | -0,1067** (0,0494) |
| Parda | 0,026 (0,0283) | -0,1212*** (0,0387) | 0,0448* (0,0268) | -0,1134*** (0,0389) |
| Outras | 0,0144 (0,1076) | -0,0346 (0,0982) | 0,0227 (0,1468) | -0,0444 (0,0978) |
| Idade | -0,0029* (0,0016) | -0,0138*** (0,0022) | -0,0003 (0,0017) | -0,0132*** (0,0021) |
| Idade^2 | -0,0004*** (0,0001) | 0,0003 (0,0002) | -0,0005*** (0,0001) | 0,0003 (0,0002) |
| Fund. completo e médio incompleto | 0,2006*** (0,0388) | -0,0058 (0,0448) | 0,1961*** (0,0340) | 0,004 (0,0431) |
| Médio completo e superior incompleto | 0,4136*** (0,0314) | 0,2027*** (0,0345) | 0,3598*** (0,0339) | 0,2047*** (0,0333) |
| Superior completo | 0,5749*** (0,0466) | 0,7174*** (0,0592) | 0,4155*** (0,0542) | 0,7171*** (0,0549) |
| Vive com cônjuge/companheiro | 0,0846** (0,0334) | -0,0501 (0,0384) | 0,0901*** (0,0291) | -0,0453 (0,0364) |
| N. de filhos (0 a 5 anos) | 0,0009 (0,0234) | -0,0273 (0,0296) | 0,0057 (0,0214) | -0,0256 (0,0285) |
| N. de filhos (6 a 9 anos) | -0,0241 (0,0266) | -0,1113*** (0,0345) | -0,0026 (0,0250) | -0,1167*** (0,0336) |
| N. de filhos (10 a 14 anos) | -0,0369* (0,0222) | -0,1424*** (0,0240) | -0,0131 (0,0214) | -0,1432*** (0,0249) |
| N. aposentados/pensionistas (>65 anos) | 0,0693 (0,0665) | -0,2452** (0,1007) | 0,1044 (0,0872) | -0,2381** (0,0980) |
| Zona urbana | 0,2046*** (0,0742) | 0,2755*** (0,1031) | 0,1598** (0,0753) | 0,2763*** (0,1004) |
| Abreu e Lima | 1,4653*** (0,0791) | 0,9034*** (0,0432) | 1,2418*** (0,0779) | 0,8951*** (0,0426) |
| Araçoiaba | 1,9614*** (0,1055) | 0,2798 (0,1736) | 1,8496*** (0,1232) | 0,2419 (0,1652) |
| Cabo de Santo Agostinho | 0,8855*** (0,0535) | 0,4790*** (0,0517) | 0,7935*** (0,0467) | 0,4771*** (0,0534) |
| Camaragibe | 1,6798*** (0,0560) | 0,4619*** (0,0796) | 1,5451*** (0,0523) | 0,4649*** (0,0813) |
| Igarassu | 1,1297*** (0,0683) | 0,5205*** (0,0616) | 1,0157*** (0,0838) | 0,5225*** (0,0606) |
| Ipojuca | -0,4157*** (0,1426) | 0,4886*** (0,0626) | -0,4687*** (0,1249) | 0,4880*** (0,0619) |
| Ilha de Itamaracá | 0,8463*** (0,1131) | 0,9930*** (0,1664) | 0,6335*** (0,0551) | 1,0091*** (0,1623) |
| Itapissuma | 1,5612*** (0,1236) | 0,3753*** (0,0919) | 1,4447*** (0,1525) | 0,3388*** (0,0892) |
| Jaboatão dos Guararapes | 1,2728*** (0,0450) | 0,7443*** (0,0560) | 1,1152*** (0,0470) | 0,7447*** (0,0561) |
| Moreno | 1,4508*** (0,0801) | 0,2863*** (0,0781) | 1,3609*** (0,0449) | 0,2946*** (0,0776) |
| Olinda | 1,3716*** (0,0415) | 0,4094*** (0,0246) | 1,2734*** (0,0543) | 0,4226*** (0,0266) |
| Paulista | 1,4062*** (0,0478) | 0,9845*** (0,0317) | 1,1737*** (0,0622) | 0,9897*** (0,0332) |

| | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| São Lourenço da Mata | 1,4730*** (0,0670) | 0,6917*** (0,0296) | 1,3214*** (0,0502) | 0,6856*** (0,0309) |
| Migrante (data fixa) | 0,5199*** (0,0344) | | 1,3982*** (0,1670) | |
| Crescimento pop. (década de nascimento) | | -0,1334*** (0,0460) | | -0,1245** (0,0510) |
| Intercepto | -2,2323*** (0,1114) | -1,3864*** (0,1496) | -2,2436*** (0,1107) | -1,4201*** (0,1481) |
| Probit bivariado ρ | -0,4931*** (0,1057) | | | |
| Teste de Wald: $H_0: \rho = 0$ | Qui-quadrado: 14,9532 | | P-valor: 0,0001 | |
| Observações | 14.327 | | | |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2010.

Notas: Desvios-padrão robustos à heterocedasticidade e ao agrupamento por municípios entre parênteses. ***Estatisticamente significante a 1%. **Estatisticamente significante a 5%. *Estatisticamente significante a 10%.

Quadro A3.1 – Descrição das variáveis utilizadas nas análises estatística e econométrica

| Variável | Tipo | Dicionário Censo Demográfico IPEADATA | Descrição e codificação |
|---|----------|---------------------------------------|--|
| Gênero | | | |
| Masculino | Binária | V0601 | 1 - se o chefe de domicílio é do sexo masculino; 0 caso contrário. |
| Feminino (categoria omitida) | Binária | V0601 | 1 - se o chefe de domicílio é do sexo feminino; 0 caso contrário. |
| Raça | | | |
| Branca (categoria omitida) | Binária | V0606 | 1 - se o chefe de domicílio declarou-se de cor branca; 0 caso contrário. |
| Preta | Binária | V0606 | 1 - se o chefe de domicílio declarou-se de cor preta; 0 caso contrário. |
| Parda | Binária | V0606 | 1 - se o chefe de domicílio declarou-se de cor parda; 0 caso contrário. |
| Amarela/Vermelha | Binária | V0606 | 1 - se o chefe de domicílio declarou-se de cor amarela ou vermelha; 0 caso contrário. |
| Idade | Contínua | V6036 | Idade do entrevistado em anos. |
| Idade ao quadrado | Contínua | V6036 | Quadrado da diferença entre a idade do responsável pelo domicílio e a média de idade de todos indivíduos na amostra. |
| Faixas de Instrução | | | |
| S/ instrução e fund. Incompleto (categoria omitida) | Binária | V6400 | 1 - se o responsável pelo domicílio não tem instrução ou tem curso fundamental incompleto; 0 caso contrário. |
| Fund. completo e médio incompleto | Binária | V6400 | 1 - se o chefe de domicílio tem curso fundamental completo ou nível médio incompleto; 0 caso contrário. |
| Médio completo e superior incompleto | Binária | V6400 | 1 - se o responsável pelo domicílio tem nível médio completo ou curso superior incompleto; 0 caso contrário. |
| Superior completo | Binária | V6400 | 1 - se o chefe de domicílio tem curso superior completo; 0 caso contrário. |
| Domicílio | | | |
| Sem cônjuge (categoria omitida) | Binária | V0637 | 1 - se o chefe de domicílio não vive com cônjuge; 0 caso contrário. |
| Cônjuge | Binária | V0637, V0502, V0619 | 1 - se o chefe de domicílio vive com cônjuge; 0 caso contrário. |
| N. de filhos (0 a 5 anos) | Contínua | V0502, V6036, V0300 | Número de filhos com idade entre 0 e 5 anos morando no domicílio. |
| N. de filhos (6 a 9 anos) | Contínua | V0502, V6036, V0300 | Número de filhos com idade entre 6 e 9 anos morando no domicílio. |
| N. de filhos (10 a 14 anos) | Contínua | V0502, V6036, V0300 | Número de filhos com idade entre 10 e 14 anos morando no domicílio. |
| N. aposentados/pensionistas (>65 anos) | Contínua | V6036, V0656, V0300 | Número de pessoas mais de 65 anos de idade aposentadas e/ou pensionistas morando no domicílio. |
| Renda domiciliar per capita | Contínua | V6531 | Razão entre a soma dos rendimentos dos moradores e o total de moradores do domicílio. |
| Setor de residência | | | |
| Zona rural (categoria omitida) | Binária | V1006 | 1 - se o chefe de domicílio reside no meio rural; 0 caso contrário. |

| | | | |
|---|----------|---------------------|---|
| Zona urbana | Binária | V1006 | 1 - se o chefe de domicílio reside no meio urbano; 0 caso contrário. |
| Crescimento populacional (Década de nascimento) | Contínua | IPEADATA | Calculada a partir de dados referentes à população total residente dos municípios brasileiros, fornecidos pelo IBGE/IPEADATA. Com tais dados, tornou-se possível a construção da variável de determinação da migração (excluída da equação de mobilidade pendular): a taxa de crescimento da população municipal por década de 1920 a 2010. As taxas de crescimento populacional por municípios e décadas foram associadas a década de nascimento e município de residência em 2010 de cada trabalhador selecionado na amostra. Destarte, tal variável torna-se uma <i>proxy</i> do tamanho da coorte de trabalhadores que podem concorrer diretamente a vagas de emprego com o indivíduo típico no mercado de trabalho da RMR. |
| Migrante | Binária | V0002, V6264, V0618 | 1 - se o chefe de domicílio é migrante intermunicipal; 0 caso nasceu e sempre morou no município de residência. |
| Região metropolitana | | | |
| Abreu e Lima | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Abreu e Lima; 0 caso contrário. |
| Araçoiaba | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Araçoiaba; 0 caso contrário. |
| Cabo de Santo Agostinho | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Cabo de Santo Agostinho; 0 caso contrário. |
| Camaragibe | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Camaragibe; 0 caso contrário. |
| Igarassu | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Igarassu; 0 caso contrário. |
| Ipojuca | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Ipojuca; 0 caso contrário. |
| Ilha de Itamaracá | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Ilha de Itamaracá; 0 caso contrário. |
| Itapissuma | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Itapissuma; 0 caso contrário. |
| Jaboatão dos Guararapes | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Jaboatão dos Guararapes; 0 caso contrário. |
| Moreno | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Moreno; 0 caso contrário. |
| Olinda | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Olinda; 0 caso contrário. |
| Paulista | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Paulista; 0 caso contrário. |
| São Lourenço da Mata | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em São Lourenço da Mata; 0 caso contrário. |
| Recife (categoria omitida) | Binária | V0002 | 1 - se o chefe de domicílio reside em Recife; 0 caso contrário. |

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados dos Censos Demográficos de 2000 e de 2010.

Nota: Demais variáveis do Censo de 2010 usadas para seleção amostral: V6036, V0502, V0629, V0606, V0614, V0615, V0616, V0617, V0620, V0648.